

5.000.000.000 _ 5.0

5. SLOVENSKI GEOLOŠKI KONGRES

Do 5 milijard let z družbo 5.0

Velenje, 3.–5. 10. 2018

Zbornik povzetkov Book of abstracts

5. slovenski geološki kongres
Velenje, 3.–5. 10. 2018

Zbornik povzetkov/Book of abstracts

5.000.000.000 — 5.0

DO 5 MILIJARD LET Z DRUŽBO 5.0

5. slovenski geološki kongres

Velenje, 3.–5. 10. 2018

Zbornik povzetkov/Book of abstracts

Spletna objava/Electronic edition

© 2018, Geološki zavod Slovenije, Ljubljana

Urednika/Editors

Matevž Novak, Nina Rman

Recenzenti/Reviewers

Jure Atanackov, Miloš Bavec, Mojca Bedjanič, Mihael Brenčič, Bogomir Celarc, Karmen Fifer Bizjak, Luka Gale, Špela Goričan, Andrej Gosar, Mateja Gosar, Petra Jamšek Rupnik, Mitja Janža, Jernej Jež, Tjaša Kanduč, Tea Kolar-Jurkovšek, Marko Komac, Tvrto Korbar, Adrijan Košir, Sabina Kramar, Janko Logar, Sonja Lojen, Miloš Markič, Matjaž Mikoš, Ana Mladenovič, Matevž Novak, Tina Peternel, Ana Petkovšek, Tomislav Popit, Nina Rman, Duška Rokavec, Boštjan Rožič, Dragomir Skaberne, Martina Stupar, Robert Šajn, Jasna Šinigoj, Mirka Trajanova, Tomaž Verbič, Timotej Verbovšek, Marko Vrabec, Nadja Zupan Hajna, Manja Žebre, Gorazd Žibret, Petra Žvab Rožič

Izdajatelj in založnik/Issued and published by

Geološki zavod Slovenije, Ljubljana

Za založnika/For the publisher

Miloš Bavec

Tehnična urednica/Technical editor

Staška Čertalič

Oblikovanje naslovnice/Cover design

Staška Čertalič

Redakcija zaključena 18. 9. 2018

Za jezik in vsebino prispevkov so odgovorni avtorji./

Authors are responsible for the language and content of the abstracts.

Publikacija je brezplačna.

Kataložni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani

[COBISS.SI-ID=296442112](#)

ISBN 978-961-6498-61-6 (pdf)

Organizatorja kongresa/Congress organizers

Geološki zavod Slovenije in Slovensko geološko društvo



Organizacijski odbor/Organising committee

Matevž Novak, <i>predsednik</i>	Tadeja Jegrišnik	Kim Mezga	Urša Šolc
Miloš Bavec	Matija Križnar	Darinka Pek Drapal	Martin Tancar
Miša Bizjak	Lidija Levičnik	Ana Petkovšek	Marko Zakrajšek
Bernarda Bole	Miloš Markič	Nina Prkić Požar	Petra Žvab Rožič
Staška Čertalič	Suzana Macolič	Nina Rman	
Marijana Hrzenjak	Marko Mehle	Saša Sevcnikar	

Znanstveni odbor/Scientific committee

Jure Atanackov, <i>GeoZS, Slovenija</i>	Miloš Markič, <i>GeoZS, Slovenija</i>
Miloš Bavec, <i>GeoZS, Slovenija</i>	Tamara Marković, <i>HGI, Hrvaška</i>
Mojca Bedjanič, <i>ZRSVN, Slovenija</i>	Matjaž Mikoš, <i>FGG UL, Slovenija</i>
Harald Biester, <i>IGÖ, Nemčija</i>	Ana Mladenovič, <i>ZAG, Slovenija</i>
Mihael Brenčič, <i>NTF UL, GeoZS, Slovenija</i>	Giovanni Monegato, <i>IGG CNR, Italija</i>
Bogomir Celarc, <i>GeoZS, Slovenija</i>	Matevž Novak, <i>GeoZS, Slovenija</i>
Renato R. Colucci, <i>ISMAR CNR, Italija</i>	Tina Peternel, <i>GeoZS, Slovenija</i>
Karmen Fifer Bizjak, <i>ZAG, Slovenija</i>	Ana Petkovšek, <i>FGG UL, Slovenija</i>
Luka Gale, <i>NTF UL, GeoZS, Slovenija</i>	Tomislav Popit, <i>NTF UL, Slovenija</i>
Špela Goričan, <i>PIIR ZRC SAZU, Slovenija</i>	Nina Rman, <i>GeoZS, Slovenija</i>
Andrej Gosar, <i>ARSO, NTF UL, Slovenija</i>	Duška Rokavec, <i>GeoZS, Slovenija</i>
Mateja Gosar, <i>GeoZS, Slovenija</i>	Boštjan Rožič, <i>NTF UL, Slovenija</i>
Uroš Herlec, <i>NTF UL, Slovenija</i>	Dragomir Skaberne, <i>GeoZS, Slovenija</i>
Petra Jamšek Rupnik, <i>GeoZS, Slovenija</i>	Martina Stupar, <i>ZRSVN, Slovenija</i>
Mitja Janža, <i>GeoZS, Slovenija</i>	Teodora Szócs, <i>MBFSZ, Madžarska</i>
Mateja Jemec Auflič, <i>GeoZS, Slovenija</i>	Robert Šajn, <i>GeoZS, Slovenija</i>
Miha Jeršek, <i>PMS, Slovenija</i>	Jasna Šinigoj, <i>GeoZS, Slovenija</i>
Jernej Jež, <i>GeoZS, Slovenija</i>	Andrej Šmuc, <i>NTF UL, Slovenija</i>
Tjaša Kanduč, <i>IJS, Slovenija</i>	Sašo Šturm, <i>IJS, Slovenija</i>
Tea Kolar-Jurkovšek, <i>GeoZS, Slovenija</i>	Mirka Trajanova, <i>GeoZS, Slovenija</i>
Marko Komac, <i>FGG UL, Slovenija</i>	Tomaž Verbič, <i>Arhej d.o.o., Slovenija</i>
Tvrtko Korbar, <i>HGI, Hrvaška</i>	Timotej Verbovšek, <i>NTF UL, Slovenija</i>
Adrijan Košir, <i>PIIR ZRC SAZU, Slovenija</i>	Marko Vrabec, <i>NTF UL, Slovenija</i>
Sabina Kramar, <i>ZAG, Slovenija</i>	Nadja Zupan Hajna, <i>IZRK ZRC SAZU, Slovenija</i>
Marjan Lenart, <i>PV, Slovenija</i>	Manja Žebre, <i>GeoZS, Slovenija</i>
Janko Logar, <i>FGG UL, Slovenija</i>	Gorazd Žibret, <i>GeoZS, Slovenija</i>
Sonja Lojen, <i>IJS, Slovenija</i>	Petra Žvab Rožič, <i>NTF UL, Slovenija</i>

Partnerji/Partners

Premogovnik Velenje, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Slovensko rudarsko društvo inženirjev in tehnikov, Društvo slovenski komite mednarodnega združenja hidrogeologov in Mestna občina Velenje



Sponzorji/Sponsors

GEN energija, d.o.o.

Atlantic grupa d. d., Dana, proizvodnja in prodaja pijač d.o.o., Energetika Ljubljana d. o. o., Gdi Gisdata, družba za Geoinformacijske tehnologije, sisteme in storitve, d.o.o., Ljubljana, Geobrugg AG Switzerland, Geokop geotehnika, gradbeništvo, trgovina, storitve d.o.o., Nikon Slovenija, Ocean Orchids d. o. o., Petrol Geoterm d. o. o., Pomgrad - Gradnje splošno gradbeno podjetje, d.o.o., EIT RawMaterials, Radenska d. o. o., ŠČUREK, Tektonik kraft pivovarna, Gradbeni inštitut ZRMK, d.o.o.



Petrol Geoterm d.o.o.



Plenarna predavanja/Keynote lectures

- 18 Breaching the boundaries between Science and Profession – an imperative for geoscience in the service of society
Brisanje meja med znanostjo in stroko – obveza družbeno odgovorne in koristne geoznanosti
Ruth E. Allington
- 19 Societal challenges of the XXI century: putting geology at centre stage
Družbeni izzivi XXI. stoletja: geologija na piedestalu
Vitor Correia
- 20 Geoenergetski viri Slovenije
Geoenery sources of Slovenia
Miloš Markič, Mitja Janža, Andrej Lapanje, Simona Pestotnik, Joerg Prestor, Dušan Rajver, Nina Rman, Dejan Šram
- 21 Interaction between scientists/experts and society: missed opportunities of everyone?
Interakcija med znanstveniki/strokovnjaki in družbo: neizkoriščene priložnosti za vse?
Slavko V. Šolar

Predavanja/Oral presentations

- 24 The role of engineering geologists in geotechnical engineering
Vloga inženirskih geologov v geotehničnem inženirstvu
Dietmar Adam
- 24 Ocena in modeliranje čezmejnega razširjanja onesnaženosti na poplavnem območju reke Drave
Transboundary contamination risk assessment and modelling in the Drava river floodplain
Jasminka Alijagić, Robert Šajn
- 25 High-resolution seismic reflection surveys in the Krško basin
Visokoločljive seizmične refleksijske raziskave v Krški kotlini
Jure Atanackov, Petra Jamšek Rupnik, Igor Rižnar, Miloš Bavec, Lorenzo Petronio, Michael Cline, Michael Logan Cline, Richard Quittmeyer
- 25 Comparison of main chemical composition of groundwater, mineral and thermal water originating of tectonic active areas from eastern Turkey, Azerbaijan and western Iran
Primerjava kemijske sestave podzemne, mineralne in termalne vode, ki izvirajo iz tektonsko aktivnih območjih vzhodne Turčije, Azerbajdžana in zahodnega Irana
Werner Balderer, Fanny Leuenberger
- 26 Novejše geološke in seismotektonske raziskave v Krški kotlini in načrtovanje zahtevnih infrastrukturnih objektov
Recent geological and seismotectonic investigations in Krško basin with respect to planning complex infrastructure
Miloš Bavec, Michael Cline, Jure Atanackov, Petra Jamšek Rupnik, Michael Logan Cline, Igor Rižnar, Mladen Živčić, Richard Quittmeyer
- 26 Geokemične raziskave v urbanem območju Idrije
Geochemical investigations in Idrija urban area
Špela Bavec, Mateja Gosar, Harald Biester
- 27 Karavanke UNESCO Globalni Geopark za splošno javost
Karavanke UNESCO Global Geopark for general public
Mojca Bedjanič, Darja Komar, Lenka Stermecki, Danijela Modrej, Gerald Hartmann, Sandra Zvonar
- 28 The role of hydrology for metal dispersion and risk assessment in polluted mining areas
Vloga hidrologije pri procesih premeščanja kovin v okolju in za oceno tveganja na onesnaženih območjih rudarjenja
Harald Biester
- 28 Ongoing EIT RawMaterials projects of UNIZG-RGNF
Tekoči projekti EIT RawMaterials UNIZG-RGNF
Vječislav Bohanek, Sibila Borojević Šoštaric
- 29 Rb-Sr radiometrična datacija pohorskega gnajsa
Rb-Sr radiometric dating of gneiss from the Pohorje
Dominik Božič, Aleš Šoster, Matej Dolenec, Marko Štrok
- 30 Ali je mogoče umestiti rezervni vodni vir v urbano okolje?
Could we place a reserve drinking water source in an urban area?
Branka Bračič Železnik, Barbara Čenčur Curk, Jerca Praprotnik Kastelic, Anja Torkar, Ajda Cilenšek, Primož Banovec

- 30 Sistematičen pregled geoloških vsebin v učnih načrtih in učbenikih za osnovne šole in gimnazije
Systematic overview of geological contents in curricula and textbooks for primary schools and gymnasiums
Rok Brajkovič, Mojca Bednjanič, Nina Rman, Neža Malenšek, Matevž Novak, Petra Žvab Rožič
- 31 Micropalaeontological and geochemical characterization of Holocene sediments in coastal karst dolines under the marine influence (Island of Cres, Adriatic sea)
Mikropaleontološka in geokemijska karakterizacija holocenskih sedimentov v obalnih kraških vrtačah pod vplivom morja (otok Cres, Jadransko morje)
Dea Brunović, Slobodan Miko, Zoran Peh, Nikolina Ilijanić, Ozren Hasan, Tena Kolar, Martina Šparica Miko
- 32 Spletna aplikacija Rudarska knjiga
The web application Mining Registry Book
Ana Burger, Marko Tukić, Andreja Senegačnik, Duška Rokavec
- 33 Potres 29. januarja 1917 pri Brežicah
29 January 1917 earthquake near Brežice, Slovenia
Ina Cecić
- 33 Nove strukturno geološke ugotovitve na trasi 2. tira Divača–Koper
Investigations for the railway track Divača - Koper: new structural geological findings
Bogomir Celarc, Jernej Jež, Adrijan Košir, Marko Vrabec, Andrej Lapanje, Dejan Šram, Simon Mozetič
- 34 Napovedovanje trenda pojavov novodobnih onesnaževal v sledovih v podzemni vodi
Forecasting of trends of emerging pollutants in low concentrations in groundwater
Sonja Cerar, Joerg Prestor, Brigita Jamnik, Primož Auersperger, Simona Pestotnik, Petra Meglič
- 35 Pliensbachijski radiolariji z Rettensteina (Severne Apneniške Alpe, Avstrija)
Pliensbachian radiolarians from Mt. Rettenstein (Northern Calcareous Alps, Austria)
Tim Cifer, Špela Goričan, Hans-Jürgen Gawlick, Matthias Auer
- 36 Recent updates to the geochronological constraints in the Krško basin and surrounding region
Novosti v geokronologiji Krške kotline in njene okolice
Michael Logan Cline, Jure Atanackov, Miloš Bavec, Michael Cline, Igor Rižnar, Petra Jamšek Rupnik, Sally Lowick, Tammy Rittenour, Richard Quittmeyer
- 36 Facies and biostratigraphy of the latest Maastrichtian to earliest Palaeocene platform carbonates of the Island of Brač (Croatia)
Facies in biostratigrafija najmlajših maastrichtijskih in najzgodnejših paleocenskih platformskih karbonatov otoka Brača (Hrvaška)
Blanka Cvetko Tešović, Maja Martinuš, Igor Vlahović
- 37 Uporaba georadarja pri raziskavah brezstropnih jam
Application of ground penetrating radar for unroofed caves detection
Teja Čeru, Ela Šegina, Martin Knez, Čedomir Benac, Matej Dolenec, Andrej Gosar
- 38 Fosilni proboscidi iz Šaleške doline
Fossil proboscideans from the Šalek valley
Irena Debeljak
- 38 Mineral resources potential of the Republic of Srpska
Mineralni viri potenciala Republike Srpske
Evica Divković-Golić, Boban Jolović, Spasoje Glavaš
- 39 A reappraisal of the Paleogene index species of the genus *Alveolina* from the Adriatic region
Ponovna uporaba paleogenskih vodilnih vrst iz rodu *Alveolina* na jadranskem območju
Katica Drobne, Johannes Pignatti, Haris Ibrahimpasić, Vlasta Čosović, Beatrice Fornaciari, Cesare A. Papazzoni, Nevio Pugliese, Mladen Trutin
- 40 Ugotavljanje preteklega onesnaževanja v mestnem okolju z analizo podstrešnega prahu, primer Maribora
Determination of past pollution in urban environment by attic dust analysis, Maribor case study
Martin Gaberšek, Mateja Gosar, Miloš Miler
- 40 Massive "Cordevolian" limestone from Lesno Brdo, central Slovenia
Masivni "Cordevolski" apnenec Lesnega Brda, osrednje Slovenije
Luka Gale, Camille Peybernes, Bogomir Celarc, Manca Hočevar, Rossana Martini
- 41 A new Upper Jurassic deceapod assemblage from a sponge reef olistolith from Velika Strmica, Slovenia
Nova združba zgornjejurskih rakov deseteronožcev iz grebenskega olistolita pri Veliki Strmici, Slovenija
Rok Gašparič, Luka Gale

- 42 Geološko-geomehanske preiskave za HE Mokrice
Geological-geomechanical investigations for hydro power plant Mokrice
Simona Golčman Ribič, Vladimir Vukadin
- 43 Paleogeografski položaj spodnjekrednega fliša v Julijskih Alpah
Paleogeographic position of the Lower Cretaceous flysch in the Julian Alps
Špela Goričan, Lea Žibret, Adrijan Košir, Duje Kukoč, Aleksander Horvat
- 43 Mobilna aplikacija »Teachout« za inovativno poučevanje naravoslovja
Mobile application »Teachout« as a tool for innovative science teaching
Mojca Gorjup Kavčič, Nina Erjavec, Liliana Homovec, Maja Sever, Andrej Šmuc, Tomislav Popit
- 44 Določanje geokemičnega ozadja in meje naravne variabilnosti za nikelj v zgornjem sloju tal v Sloveniji
Establishing geochemical background and threshold values for nickel in Slovenian topsoil
Mateja Gosar, Robert Šajn
- 45 Submerged karst river channels of Zrmanja, Cetina, Neretva and Koločep rivers in the Eastern Adriatic coast (Croatia)
Potopljene struge kraških rek Zrmanja, Cetina, Neretva in Koločep na vzhodni jadranski obali (Hrvaška)
Ozren Hasan Slobodan, Miko, Dea Brunović, Nikolina Ilijanić, George Papatheodorou, Maria Geraga, Dimitris Christodoulou, Matej Čurić, Ivor Meštrović, Dragana Šolaja, Marko Bakašun
- 46 Gosau type malacofauna from Gornje Orešje (NE Croatia)
Malakofavna gosavskega faciesa iz Gornjega Orešja (SV Hrvaška)
Aleksander Horvat, Vasja Mikuž, Ivan Rozman, Vladimir Bermanec, Jasenka Sremac, Alan Moro
- 47 Geomorphology and the evolution of the karst polje Bokanjačko blato based on high resolution sediment core and GPR data
Geomorfologija in razvoj kraškega polja Bokanjačko blato na podlagi visoko ločljivega sedimentnega jedra in podatkov GPR
Nikolina Ilijanić, Željka Sladović, Slobodan Miko, Ivan Razum, Ozren Hasan
- 48 Primer uporabe modela verjetnosti pojavljanja zemeljskih plazov na območju med Podgorjem in Gaberkami
Mass movement susceptibility model application in the area between the Podgorje and Gaberke
Kristina Ivančič, Jernej Jež, Blaž Milanič, Špela Kumelj, Andrej Šmuc
- 49 Ocena plitvega geotermalnega potenciala na območju Mestne občine Ljubljana
Assessment of shallow geothermal potential in the area of the City Municipality of Ljubljana
Mitja Janža, Andrej Lapanje, Dejan Šram, Dušan Rajver, Matevž Novak, Katja Koren, Matjaž Klasinc, Urška Šolc
- 49 Uporaba mobilnih aplikacij ESRI pri geomorfološkem kartiranju fosilnega plazu nad Vranskem
Use of ESRI mobile applications for geomorphological mapping of the fossil landslide in Vransko
Alenka Jelen
- 50 Satellite interferometry for monitoring Velenje mining land subsidence
Spremljanje posedanja tal zaradi rudarjenja v Velenju s pomočjo satelitske interfereometrije
Mateja Jemec Auflič, Anna Barra, Janez Rošer, Oriol Monserrat
- 51 Mikrobni biofilm in rast limonitnih kapnikov v opuščenem rudniku Sitarjevec pri Litiji
Microbial biofilm and growth of limonite speleothemes in abandoned Sitarjevec mine near Litija
Miha Jeršek, Blaž Zarnik, Uroš Herlec, Mateja Golež, Minka Kovač, Nataša Toplak, Mateja Kokalj, Anja Klančnik, Barbara Jeršek
- 51 Plaz Čikla v Karavankah
Čikla landslide in Karavanke Mts. (NW Slovenia)
Jernej Jež, Tina Peterneel, Blaž Milanič, Anže Markelj, Matevž Novak, Bogomir Celarc, Mitja Janža, Mateja Jemec Auflič
- 52 Biogeochemical characterization of different geological media (coalbed gases, groundwater, lignite) from Velenje coal basin
Biogekemična karakterizacija različnih geoloških medijev (premogovni plini, podzemna voda, lignit) iz Velenjskega premogovnega bazena
Tjaša Kanduč, Zdenka Šlejkovec, Polona Vreča, Zoran Samardžija, Mirijam Vrabec, Marko Vrabec, Timotej Verbovšek, Sergej Jamnikar, Darian Božič, Marjan Lenart, Kip Solomon, Jennifer McIntosh, Fausto Grassa
- 53 Nahajališča zemeljskega plina na naftno-plinskem polju Petišovci
Natural gas deposits on the oil-gas field Petišovci
Jernej Kerčmar
- 53 Vision, mission, goals and activities of EIT RawMaterials
Vizija, poslanstvo, cilji in dejavnosti EIT RawMaterials
Markus Klein

- 54 Konodonti – njihov pomen za stratigrafijo Slovenije
Conodonts – their importance for stratigraphy of Slovenia
Tea Kolar-Jurkovšek
- 55 Cretaceous–Paleogene boundary tsunamite on Adriatic carbonate platform and possible source of a megatsunami
Cunamit s kredno-paleogenske meje na Jadranski karbonatni platformi in verjetni izvor megacunamija
Tvrtko Korbar
- 55 Določanje organskih onesnaževal v podzemni vodi
Determination of organic pollutants in groundwater
Anja Koroša, Nina Mali, Primož Auersperger
- 56 Cementitious properties of binder Petrit-T developed within the MIN-PET project
Cementne lastnosti veziva Petrit-T, razvitega v okviru projekta MIN-PET
Sabina Kramar, Lidija Korat, Lina Završnik, Vilma Ducman, Remus Iacobescu, Lubica Kriskova, Yiannis Pontikes, Björn Haase
- 57 Ledenodobni velikan iz Nevelj – 80 let od odkritja mamuta
Ice Age giant from Nevlje – 80 years since discovery of woolly mammoth
Matija Križnar
- 58 Zbirka podatkov o vrtninah in njihova predstavitev v spletnem pregledovalniku
Borehole database and its presentation in web application
Andrej Lapanje, Blaž Milanič, Klemen Teran, Matija Krivic
- 58 Pomen razumevanja efektivnih napetosti pri interpretaciji terenskih raziskav
The importance of understanding the effective stresses in the interpretation of field tests
Matej Maček, Jasna Smolar, Ana Petkovšek
- 59 Usoda žvepla v tleh v okolici termoelektrarne Plomin (Hrvaška)
Fate of sulphur in soil around thermoelectric power plant Plomin (Croatia)
Neža Malenšek, Sonja Lojen, Gordana Medunić, Nina Zupančič
- 60 Uporaba GIS orodja za pripravo zaščitnih ukrepov, prepovedi in omejitev pri določanju vodovarstvenih območij
Use of GIS tools for the preparation of measures, prohibitions and restrictions in delineating drinking water protection areas
Nina Mali, Lidija Levičnik, Timotej Pepelnik, Jan Udovč
- 60 Regional geothermal assessment of the Rudnianska kotlina basin, central Slovakia
Regionalna geotermična ocena bazena Rudnianska kotlina, osrednja Slovaška
Daniel Marcin, Katarína Fajčíková, Juraj Michalko, František Bottlik
- 61 Variations of nitrate concentrations in ground and surface waters of Varaždin alluvial system
Spremembe koncentracij nitrata v podzemnih in površinskih vodah v Varaždinskem aluvijalnem sistemu
Tamara Marković, Martina Šparica Miko, Ana-Maria Đumbir, Marija Gligora Uvodić, Antonija Kulaš, Ozren Larva, Željka Brkić
- 62 Dedolomitisation phenomena in the Cretaceous dolomite of the Povir Formation near Sežana
Pojavi dedolomitizacije v krednem dolomitu Povirske formacije pri Sežani
Andrea Martin-Perez, Adrijan Košir, Bojan Otoničar
- 62 Latest Cretaceous to earliest Palaeogene scleractinian coral-stromatoporoid patch reefs on periodically emerging carbonate platform, the Island of Brač (Croatia)
Zgornjekredni in spodnjepaleogenski skleraktinijsko koralno-stromatoporoidni grebeni na periodično nastajajoči karbonatni platformi, otok Brač (Hrvaška)
Maja Martinuš, Blanka Cvetko Tešović, Igor Vlahović
- 63 Morphostratigraphy and provenance of the Plio-Quaternary deposits in the Slovenj Gradec and the Nazarje intramontane basins (northern Slovenia)
Morfostratigrafija in provenienca pliokvartarnih sedimentov: primer intramontanih bazenov Slovenj Gradec in Nazarje (severna Slovenija)
Eva Mencin Gale, Petra Jamšek Rupnik, Miloš Bavec, Mirka Trajanova, Polona Kralj, Luka Gale, Dragomir Skaberne, Flavio S. Anselmetti, Andrej Šmuc
- 64 Innovative ways to teach young people about mineral resources
Inovativni načini poučevanja mladih o mineralnih surovinah
Kim Mezga, Rok Brajković, Armida Torreggiani, Patricia Groó-Nagy, Pontus Westrin

- 64 Burial age of the allogenic quartz pebbles from Arneševa luknja, Snežna jama, Huda luknja and Špehovka for assesment of tectonic uplift of Kamnik Alps and Karavanke Range (northern Slovenia)
Pokopna starost alogenih kremenovih prodnikov iz Arneševe luknje, Snežne jame, Hude luknje in Špehovke za določitev tektonskega dviga Kamniških Alp and Karavank (severna Slovenija)
Andrej Mihevc, Philipp Häuselmann, Markus Fiebig
- 65 Prepoznavanje virov trdnih onesnaževal v okolju na osnovi mineraloških, morfoloških in geokemičnih lastnosti delcev
Source identification of solid pollutants in the environment on the basis of mineralogical, morphological and geochemical properties of particles
Miloš Miler
- 66 O izvoru kamnin v grajenih strukturah rimskega municipija *Claudia Celeia*
About the provenance of rocks in built structures of municipium *Claudia Celeia*
Snježana Miletić, Mirjam Vrabec, Bojan Djurić
- 66 Industrijski in komunalni odpadki kot vir surovin za gradbeništvo
Industrial and municipal waste as a source of raw materials for the building sector
Ana Mladenovič
- 67 Načini poučevanja geoloških vsebin v formalnem izobraževanju: primer poučevanja kamnin in kamninskega kroga v osnovni šoli
Teaching methods of geological contents in formal education: example of rocks and rock circle teaching in primary school education
Manca Mlakar Willewaldt, Tatjana Resnik Planinc, Petra Žvab Rožič
- 68 Mineral potential (primary and secondary resources) of Albania
Mineralni potencial (primarni in sekundarni viri) Albanije
Lavdie Moisiu
- 69 Uporaba karotažnih meritev v hidrogeologiji
Application of borehole logging in hydrogeology
Simon Mozetič, Tomislav Matoz, Andrej Lapanje
- 69 Renewable energy education in Iceland
Izobraževanje o obnovljivih virih energije na Islandiji
Juliet Newson, Randall Morgan Greene
- 70 Groundwater abstractions in Flanders (Belgium): an enforcement perspective
Odvzem podzemne vode v Flandriji (Belgija): iz perspektive nadzora
Jeroen November, Rita Van Ham, Sigrid Raedschelders
- 70 Zgornjekredna geodinamika severnega dela Jadranske karobnatne platforme
Late Cretaceous geodynamics of the northern part of the Adriatic carbonate platform
Bojan Otoničar, Jernej Jež
- 71 Izhodišča za pripravo predpisa o vodovarstvenem območju
Basis for a preparation of a regulation on a drinking water protection zone
Irena Anica Oven, Nataša Vodopivec
- 72 Efficient land use practices as tools of drinking water protection in complex karst environment – Dalmatia case study
Učinkovita raba prostora kot orodje za zaščito virov pitne vode v kompleksnem kraškem okolju – primer Dalmacije
Matko Patekar, Jasmina Lukač Reberski, Ivana Boljat, Ivona Baniček, Ana Selak, Josip Terzić
- 72 Nova zasnova varovanja virov pitne podzemne vode v Pomurju po izgradnji sistemov A, B, C
A new concept for the protection of drinking water resources in Pomurje after the construction of systems A, B, C
Timotej Pepelnik, Joerg Prestor, Nina Mali, Luka Serianz, Lidija Levičnik, Petra Meglič
- 73 Proučevanje pobočnih masnih premikov v zaledju naselja Koroška Bela (SZ Karavanke)
Studying slope mass movements above the settlement of Koroška Bela (NW Karavanke)
Tina Peternel, Jernej Jež, Blaž Milanič, Anže Markelj, Mateja Jemec Auflič, Špela Kumelj, Dejan Šram, Luka Serianz, Matjaž Klasinc, Mitja Janža
- 74 Analiza geomorfnihih indikatorjev tektonske aktivnosti na prehodu iz Posavskih gub v Ljubljansko kotlino v Tunjiškem gričevju
Analysis of geomorphic indicators of tectonic activity at the Sava Folds - Ljubljana Basin transition (Tunjice Hills, central Slovenia)
Valentina Pezdir, Balázs Székely, Marko Vrabec

- 74 Strukturalna simetrija Vzhodnih Karavank
Structural symmetry of the Eastern Karavanke range
Ladislav Placer
- 75 Inženirsko geološke preiskave plazu Čemšenik
Engineering geological prospection of Čemšenik landslide
Zdenka Popović, Marko Kočevar
- 76 No-purge, discreet technique of hydrogeological sampling of deep piezometers, and wells: field evaluation
Tehnika hidrogeološkega vzorčenja v globokih piezometrih in vrtinah za odvzem intaktnih vzorcev brez črpanja: terenska ocena
Adam Porowski
- 76 Mineral resources of Montenegro
Mineralni viri Črne Gore
Slobodan Radusinović
- 77 Ugodne geološke danosti za postavitev naprav za izkoriščanje plitve geotermalne energije – primeri dobrih praks
Favourable geological features for shallow geothermal energy installations – good case studies
Dušan Rajver, Joerg Prestor, Simona Pestotnik, Mitja Janža, Jernej Jež
- 77 Utilization of thermal water in six Danube Region countries, the DARLINGe project
Uporaba termalne vode v šestih podonavskih državah, projekt DARLINGe
Nina Rman, Lidia-Lenua Bălan, Ivana Bobovečki, Nóra Gál, Boban Jolović, Andrej Lapanje, Tamara Marković, Dejan Milenić, Ferid Skopljak, Ágnes Rotár-Szalkai, Natalija Samardžić, Teodóra Szócs, Dragana Šolaja, Nenad Toholj, Anca-Marina Vijdea, Ana Vranjes
- 78 Mineralne surovine v trajnostnem prostorskem načrtovanju
Mineral resources in sustainable land-use planning
Duška Rokavec, Snježana Miletić
- 79 Vloga Geološkega zavoda Slovenije v EIT RawMaterials in RC Adria
The role of Geological Survey of Slovenia in EIT RawMaterials and RC Adria
Duška Rokavec, Urška Šolc, Matej Draksler, Tina Zajc Benda
- 80 Rekonstrukcija norijskega do srednjejurskega robnega dela in pobočja Dinarske karbonatne platforme iz klastov v srednjejurski apnenčevi megabreči Slovenskega bazena
Reconstruction of the Norian to the Middle Jurassic Dinaric carbonate platform margin and slope from clasts in the Middle Jurassic limestone megabreccia of the Slovenian basin
Boštjan Rožič, David Gerčar, Primož Oprčkal, Astrid Švara, Dragica Turnšek, Jan Udovč, Lara Kunst, Tomislav Popit, Luka Gale
- 80 Vulnerability mapping criteria identification for karstic part of Kupa river catchment area within CAMARO-D project
Prepoznavanje kriterijev za kartiranje ranljivosti kraškega dela napajalnega zaledja Kolpe v projektu CAMARO-D
Ana Selak, Ivana Boljat, Josip Terzić, Ivona Baniček, Matko Patekar, Jasmina Lukač Reberski
- 81 Analiza iztoka termalne vode iz geotermalnega karbonatnega vodonosnika v plitvi medzrnski vodonosnik na Bledu
Analysis of thermal water outflow from geothermal carbonate aquifer into shallow intergranular aquifer in Bled
Luka Serianz, Nina Rman, Mihael Brenčič
- 82 Potencial likvifikacije peskov na Krško-Brežiškem polju
Liquefaction potential of sands at Krško-Brežice field
Jasna Smolar, Matej Maček, Ana Petkovšek
- 82 Geochemical atlas of the Republic of Macedonia
Geokemijski atlas Republike Makedonije
Trajče Stafilov, Robert Šajn
- 83 eGeologija – prost dostop do geoloških podatkov
eGeology – free access to geological data
Jasna Šinigoj, Matija Krivic, Matevž Novak, Jernej Bavdek, Marko Zakrajšek, Tadeja Miklavčič, Nina Prkić Požar
- 83 Source appointment of particulate matter emissions according to road dust elemental composition in Slovenia
Prepoznavanje virov trdnih delcev v zraku s pomočjo analize elementne sestave cestnega prahu v Sloveniji
Klemen Teran, Mattia Fanetti, Gorazd Žibret
- 84 Raziskovalna vrtna InnoLOG-1/18
Exploration borehole InnoLOG-1/18
Klemen Teran, Andrej Lapanje, Dejan Šram, Tomislav Matoz
- 85 Vsebnosti arzena in nekaterih prvin v potočnih sedimentih in vodah porečja Medije, osrednja Slovenija
Contents of arsenic and some elements in stream sediments and waters of the Medija drainage basin, central Slovenia
Tamara Teršič, Miloš Miler, Martin Gaberšek, Mateja Gosar

- 86 Zakrasevanje marmorja iz Gorno-Altajske regije (Ruska federacija)
Karstification of marble from the Gorny-Altai region (Russian Federation)
Mirka Trajanova, Martin Knez, Tadej Slabe
- 86 Poznokvartarni sedimenti Strunjanskega zaliva: koreliranje seizmične stratigrafije in sedimentoloških podatkov
Late Quaternary sediments of the Strunjan bay: tying seismic stratigraphy with sedimentologic data
Ana Trobec, Andrej Šmuc, Sašo Poglajen, Iztok Naglič, Marko Vrabec
- 87 Meritve premikov in podzemne vode na plazu Stogovce pri Ajdovščini
Displacement and groundwater monitoring of the landslide Stogovce near Ajdovščina, SE Slovenia
Timotej Verbovšek, Nejc Mihevc, Marko Kočever, Marko Vrabec
- 88 Geomorfološka analiza ugrezninskih razpok na območju Šaleških jezer
Geomorphological analysis of cracks related to coal mining in Velenje, NE Slovenia
Jan Vodušek, Tomislav Popit
- 88 Pliokvartarna tektonika Velenjskega bazena – insajderski vpogled v pull-apart strukturo
Plio-Quaternary tectonics of Velenje Basin – Insiders's view of a pull-apart structure
Marko Vrabec
- 89 Hitre neotektonske rotacije v Jadransko-Evrazijski kolizijski coni, ugotovljene iz paleomagnetizma pliokvartarnih jamskih sedimentov Slovenije
Rapid neotectonic vertical-axis rotations in the Adria-Eurasia collision zone, inferred from paleomagnetism of Pliocene-Quaternary cave sediments (Slovenia)
Marko Vrabec, Petr Pruner, Nadja Zupan Hajna, Andrej Mihevc, Pavel Bosák
- 90 Gospodarjenje z mineralnimi surovinami in Rudarska strategija Slovenije
Management of mineral resources and National mining strategy
Leopold Vrankar, Duška Rokavec, Marko Mehle
- 90 Vloga geološko geotehničnega (GG) elaborata pri načrtovanju zahtevnih objektov in linijske infrastrukture
The role of the geological and geotechnical study in designing complex objects and linear infrastructure
Vladimir Vukadin, Andrej Ločniškar
- 91 Using GPR for studying natural CO₂ vents
Uporaba georadarja za raziskovanje naravnih virov CO₂
Marjana Zajc, Nina Rman
- 92 Transfer of Slovenian public mining service good practice to SEE Europe
Prenos dobre prakse slovenske rudarske javne službe v dežele jugovzhodne Evrope
Tina Zajc Benda, Duška Rokavec, Kim Mezga
- 92 Rentgenske mikrotomografske preiskave avtigenih mineralizacij v lignitu Velenjskega bazena
X-ray microtomographic investigations of authigenic mineralizations in lignite from the Velenje basin, Slovenia
Vesna Zalar Serjun, Janez Turk, Marko Vrabec, Mirijam Vrabec, Janez Rošer, Janko Čretnik, Alenka Mauko Pranjić
- 93 Highlights from the karst sediments research in Slovenia
Poudarki iz raziskovanja kraških sedimentov v Sloveniji
Nadja Zupan Hajna
- 93 Use of robotics and automation for mineral prospecting and extraction
Uporaba robotike in avtomatizacije pri raziskovanju in izkoriščanju mineralnih surovin
Gorazd Žibret
- 94 The earthquake catalogue of Slovenia and the surrounding region
Katalog potresov v Sloveniji in okolici
Mladen Živčič, Ina Cecić, Martina Čarman, Tamara Jesenko, Jurij Pahor
- 95 Določitev deleža kamnin v flišu JZ Slovenije z uporabo terestričnega laserskega skeniranja
Determination of the ratio between lithological units in flysch of SW Slovenia using TLS
Tina Živec, Timotej Verbovšek
- 96 Pomen razumevanja litoloških in strukturnih značilnosti vodonosnikov: primer kraškega vodonosnika doline Učje
Importance of understanding the lithological and structural characteristics of aquifers: case study of Učja Valley karstic aquifer, NW Slovenia
Petra Žvab Rožič, Ana Grkman, Timotej Verbovšek, Boštjan Rožič
- 96 Kako z inovativnimi metodami poučevati vsebine o mineralih in kamninah?
How to teach minerals and rocks contents using innovative teaching methods?
Petra Žvab Rožič, Tomislav Popit, Rok Brajkovič

Posterji/Posters

- 100 Analiza suše podzemne vode na primeru Dravsko-Ptujskega polja
Groundwater drought – case study on Dravsko - Ptujsko polje
Simona Adrinek, Mihael Brenčič
- 100 Microbiological and geochemical survey of mineral- and thermal waters of the westernmost part of the Pannonian Basin (SE Austria/NE Slovenia)
Mikrobiološka in geokemična raziskava mineralnih in termalnih voda zahodnega dela Panonskega bazena (JV Avstrija/SV Slovenija)
Mashal Alawi, Horst Kämpf, Maria Börger, Patryk Krauze, Andrej Voropaev, Dirk Wagner, Nina Rman
- 101 Podatkovna baza in karta aktivnih prelomov in potresnih virov v Sloveniji
Database and map of active faults and seismic sources in Slovenia
Jure Atanackov, Petra Jamšek Rupnik, Bogomir Celarc, Matevž Novak, Anže Markelj, Blaž Milanič, Jernej Jež, Polona Zupančič, Barbara Šket-Motnikar, Martina Čarman, Mladen Živčič, Andrej Gosar
- 102 From (Neo)Tethys to Peritethys: the role of the Priabonian index species *Nummulites fabianii* from NE Slovenia and N Croatia
Od (Neo)Tetide do Peritetide: vloga vodilne vrste *Nummulites fabianii* v priaboniju iz SV Slovenije in S Hrvaške
Vlasta Čosovič, Katica Drobne
- 102 Projekt RESEERVE – mineralni potencial JV Evrope
RESEERVE Project - mineral potential of SEE region
Matej Draksler, Duška Rokavec, Urška Šolc, Tina Zajc Benda
- 103 Uporaba velike strižne celice v geotehnični praksi
The use of large-scale shear cell in a geotechnical practice
Karmen Fifer Bizjak, Andraž Geršak, Stanislav Lenart
- 103 Analysis of pumping test data under different conditions
Analiza podatkov črpalnih poskusov v različnih pogojih
Elena Filimonova, Iliya Chiganov
- 104 The challenges of performing investigations and result analysis combined by a 3D geological model for the new Karavanke tunnel tube
Izzivi pri izvedbah raziskav in analizi rezultatov v povezavi s 3D geološkim modelom za novo predorsko cev predora Karavanke
Julija Fux, Tina Živec
- 104 Geološki model podlage aluvialnega vodonosnika vzhodnega dela Krške kotline
The geological model of the alluvial-aquifer base in the eastern part of the Krško basin, southeastern Slovenia
David Gerčar
- 105 The reputation of mining and exploration from an European perspective
Ugled geoloških raziskav in rudarjenja – evropska perspektiva
Javier Gómez, Juan Requejo, Virginia del Río, Ludger Benighaus, Marko Komac, Sari Kauppi, Juha Kotilainen
- 106 Microtremor HVSr study in the town of Idrija (W Slovenia) performed to support seismic microzonation
Raziskave z metodo mikrotremorjev (HVSr) na območju Idrije izvedene v podporo potresni mikrorajonizaciji
Andrej Gosar
- 106 Celovit podatkovni model za podporo trajnostnega upravljanja z mineralnimi surovinami
Integrated datamodel to support sustainable management of mineral resources in Slovenia
Katarina Hribernik
- 107 Modeliranje aluvialnega vodonosnika Iškega vršaja in kraškega zaledja za namene upravljanja vodnega vira
Modelling Iška fan alluvial aquifer and karst catchment for water resource management purposes
Mitja Janža, Petra Meglič, Joerg Prestor, Brigita Jamnik, Branka Bračič Železnik, Barbara Čenčur Curk
- 107 GIMS project: geodetic integrated monitoring system
Projekt GIMS: integrirani geodetski sistem za opazovanje premikov
Mateja Jemec Aulič, Eugenio Realini, Ismael Colomina, Michele Crosetto, Angelo Consoli, Sara Lucca
- 108 Strukturne, stratigrafske in kraške posebnosti vrtine T1-13/17 (drugi tir Divača–Koper)
Structural, stratigraphic and karstic characteristics of the T1-13/17 borehole (second track on the Divača - Koper railway line)
Jernej Jež, Bogomir Celarc, Blaž Milanič, Bogdan Jurkovšek, Bojan Otoničar
- 109 Sitarjevec, litijsko rudišče
Sitarjevec mine, Litija
Bogdan Jurkovšek, Tea Kolar-Jurkovšek, Blaž Zarnik

- 109 Integrated climate forcing and air pollution reduction in urban systems (ICARUS): Ljubljana case study
Celovit pristop za zmanjševanje klimatskih sprememb in onesnaževanje zraka v urbanih sistemih (ICARUS): primer mesta Ljubljana
Tjaša Kanduč, Davor Kontić, Janja Snoj Tratnik, David Kocman, Johanna Amalia Robinson
- 110 Preliminary tritium isoscape of precipitation across the Adriatic-Pannonian realm
Preliminarna karta prostorske porazdelitve tritija v padavinah na območju med Jadranskim morjem in Panonsko nižino
Zoltán Kern, István Gábor Hatvani, Tjaša Kanduč, Marko Štok, István Fórizs, László Palcsu, Dániel Erdélyi, Balázs Kohán, Ines Krajcar Bronić, Polona Vreča
- 111 Hidrogeološko načrtovanje mestnega podzemlja – primer Šumi v Ljubljani
Hydrogeological planning of urban underground – case study of Šumi in Ljubljana
Matjaž Klasinc, Luka Serianz, Dejan Šram, Janja Borec Merlak
- 112 Fizikalno-kemijske značilnosti vode kraškega vodonosnika v obdobju hidrološkega leta (Planinsko polje, JZ Slovenija)
Physico-chemical parameters of water of a karst aquifer during a hydrological year (Planinsko polje, SW Slovenia)
Blaž Kogovšek, Metka Petrič, Cyril Mayaud, Matej Blatnik, Nataša Ravbar, Janez Mulec, Franci Gabrovšek
- 112 Uporaba rentgenske tomografske mikroskopije pri raziskavah konodontov in brachiopodov iz srednjega triasa Dinaridov
Use of x-ray tomographic microscopy in the study of conodonts and brachiopods from the Middle Triassic of the Dinarides
Tea Kolar-Jurkovšek, Bogdan Jurkovšek
- 113 Research progress on a distinct Cretaceous–Paleogene boundary event bed within the “Liburnia formation” in Kras region (Pivka area, SW Slovenia)
Novi podatki o posebnem horizontu znotraj Liburnijske formacije na meji kreda-paleogen iz okolici Pivke (JZ Slovenija)
Tvrtko Korbar, Jernej Jež, Vlasta Čosović, Ladislav Fuček, Blanka Cvetko Tešović
- 114 Vpliv kemijske sestave podzemne vode na delovanje toplotnih črpalk, primer območja Mestne občine Ljubljana
Impact of groundwater chemistry on the operation of heat pumps, case study of the City Municipality of Ljubljana
Katja Koren, Mitja Janža, Dejan Šram
- 114 Transportni parametri izbranih onesnaževal v nezasičeni coni
Transport parameters of selected pollutants in an unsaturated zone
Anja Koroša, Nina Mali, Mihael Brenčič
- 115 Preliminarna ocena potenciala karbonatnega mulja za uporabo v kmetijske namene (prednosti in omejitve)
The potential of carbonate sludge for agricultural use – the preliminary assessment (advantages and limitations)
Andrej Kos, Željko Pogačnik, Rok Mihelič
- 115 Prve najdbe heteromorfih amonitov (Ancyloceratina) v Sloveniji
First record of heteromorph ammonites (Ancyloceratina) from Slovenia
Matija Križnar, Ivan Ocepek
- 116 Mreža referenčnih merilnih postaj za izvajanje hidroloških opazovanj v Sloveniji
A network of reference monitoring stations for hydrological observation in Slovenia
Nataša Kukar, Matevž Hočevár, Jakob Šimon
- 117 Pan-afriška podpora Partnerstvu EGS-OAGS – vloga GeoZS v projektu PanAfGeo
Pan-African support to EGS-OAGS Partnership – the role of GeoZS in the PanAfGeo project
Špela Kumelj, Matija Krivic, Tina Petermel, Bogomir Celarc
- 117 Projekt CHPM2030 – Soproizvodnja električne energije in toplote ter pridobivanje mineralnih surovin
Project CHPM2030 – Combined heat, power and metal extraction
Andrej Lapanje
- 118 Trilobiti iz evropskih najdišč v šolskih in zgodovinskih geoloških zbirkah Prirodoslovnega muzeja Slovenije
Trilobites from European sites in school and historical geological collections of the Slovenian Museum of Natural History
Miha Marinšek, Matija Križnar, Luka Gale
- 119 Prekomejni vodonosniki v Sloveniji in njihovo varovanje
Transboundary aquifers in Slovenia and their protection
Petra Meglič, Joerg Prestor, Nina Rman, Andrej Lapanje, Janko Urbanc, Mihael Brenčič
- 120 raPHOSafe – Opredelitev in ločevanje z radijem bogate odpadne fosforne sadre od neradioaktivne
raPHOSafe – Classification and sorting of radium-rich phosphogypsum tailings
Miloš Miler, Jörg Feinhals, Alexander Tscharf, Radmila Marković, Dimitrios Panias, Govert DeWith, Sofia Barbosa, Stoyan Gaydardzhiev
- 120 Projekt INFAC: prihodnost raziskovanja mineralnih surovin v Evropi
Project INFAC: the future of mineral exploration in Europe
Snježana Miletić, Marko Komac, Samantha Roffey, Leila Ajjabou

- 121 Določanje magnitude hudourniških poplav z uporabo dendrogeomorfoloških in meteoroloških podatkov
Estimating debris flood magnitude based on dendrogeomorphological and meteorological data
Andrej Novak, Tomislav Popit, Andrej Šmuc, Ryszard J. Kaczka
- 122 Urbana geološka dediščina – fosili in strukture v naravnem kamnu Ljubljane
Urban geoheritage – fossils and structures in natural stone in Ljubljana
Matevž Novak
- 123 The provenance of Quaternary sediments from Bilogora Mt. (Croatia)
Poreklo kvartarnih sedimentov na območju Bilogore (Hrvaška)
Tea Novaković, Borna Lužar Oberiter, Bojan Matoš, Lara Wacha, Adriano Banak
- 123 Spremenljivost gladine podzemne vode v Pomurju: gre za naraven proces ali antropogeni vpliv?
Groundwater level variability in Pomurje: natural or anthropogenic disturbances?
Urška Pavlič, Petra Souvent
- 124 Possible occasional recovery of carbonate sedimentation within Istrian flysch basin
Verjetna občasna obnovitev karbonatne sedimentacije v Istrskem flišnem bazenu
Krešimir Petrinjak, Stanislav Bergant, Tomislav Kurečić, Šimun Aščić
- 125 Določitev dinamike geomehanske nestabilnosti heterogenih hribin: primer regionalne ceste Morsko–Kanalski vrh
Determination of the dynamics of geomechanical instabilities of heterogeneous slopes: the case of the Morsko – Kanalski vrh regional road
Željko Pogačnik, Marjana Zajc, Polona Hafner, Goran Vižintin
- 125 Potencial tvorbe pirita v jezerskih sedimentih kot posledica razpada/življenjskih procesov makroflore – primer sedimentov jezera Most na Soči
The potential of pyrite formation in lake sediments as a result of decomposition/life processes of the macroflora - the case of Most na Soči lake sediments
Željko Pogačnik, Miloš Miler, Tomaž Prus, Marko Župan
- 126 Mineralisation types at Cannington Ag-Pb-Zn deposit
Tipi mineralizacij Ag-Pb-Zn rudišča Cannington
Emil Pučko
- 126 New findings on origin of mineral water and gas in Rogaška Slatina
Nova spoznanja o izvoru mineralne vode in plina v Rogaški Slatini
Nina Rman, Andrej Lapanje, Teodóra Szócs, László Palcsu, Peter Junež
- 127 Analiza črpalnih preizkusov v korakih pri geotermalnih vrtinah
Pumping step test analysis in geothermal wells
Luka Serianz, Nina Rman, Mihael Brenčič
- 128 Geološka služba za Evropo (GeoERA) – oblikovanje skupnega raziskovalnega prostora evropskih geoloških zavodov
Establishing the European geological surveys research area to deliver a geological service for Europe (GeoERA)
Barbara Simić, Jasna Šinigoj
- 128 Fosilni mnogoščetinci spodnjekarnijskega apnenca pri Lesnem Brdu
Fossil polychaetes from the Lower Carnian limestone at Lesno Brdo, central Slovenia
Tim Sotelsek, Nik Gračanin, Matic Rifi, Luka Gale
- 129 Ozaveščanje splošne javnosti o pomenu geološke dediščine v okviru projekta GEOTOUR
Awareness of general public on the importance of the geological heritage in the framework of the project GEOTOUR
Martina Stupar, Mojca Bedjanič, Mina Dobravec, Tanja Lukežič, Andreja Škedelj Petrič, Tadeja Šubic, Helena Tehovnik, Mojca Zega
- 130 Sistem zgodnejga opozarjanja za primer nevarnosti verjetnosti proženja zemeljskih plazov – MASPREM
System for early warning due to increased landslide hazard – MASPREM
Jasna Šinigoj, Mateja Jemec Auflič, Špela Kumelj, Tina Peternel, Matija Krivic, Janez Vogan, Marko Zakrajšek
- 130 3D geološko modeliranje – od načrtovanja do izvedbe (primer Mestna občina Ljubljana)
3D geological modelling – from planning to implementation (case study of the City of Ljubljana)
Dejan Šram, Mitja Janža, Andrej Lapanje, Dušan Rajver, Matevž Novak, Katja Koren
- 131 3D geološki model nahajališča kremenovega peska v Moravški sinklinali
3D geological model of quartz sand deposit in Moravče syncline
Dejan Šram, Luka Serianz, Jure Atanckov, Blaž Milanič, Anže Markelj
- 132 Analiza maturitetnih vprašanj z geološko vsebino
Analysis of matura questions with geological content
Kaja Šušmelj, Rok Brajković, Petra Žvab Rožič

- 132 Turonijsko do srednje coniacijsko zaporedje karbonatnih kamnin jugozahodnega krila Postojnske antiklinale
Turonian to middle Coniacian carbonate succession of south-western limb of Postojna anticline
Aleša Uršič Arko, Bojan Otoničar, Boštjan Rožič
- 133 Kamen-check: učni pripomoček za določevanje tipičnih slovenskih kamnin
Kamen-check: learning tool for determining typical Slovenian rocks
Nina Valand, Dominik Božič, Katarina Kadivec, Anja Škerjanc, Tadej Abram, Aja Knific Košir, Klemen Babuder, Sašo Vozlič, Rok Brajkovič, Helena Gabrijelčič Tomc, Jože Guna, Žiga Fon, Petra Žvab Rožič
- 134 UNEXMIN – podvodni robot UX-1 za raziskovanje potopljenih rudnikov (Evropski projekt H2020) – trenutno stanje raziskav
UNEXMIN – underwater robot UX-1 for exploration of flooded mines (European project H2020) – current state of research
Timotej Verbovšek
- 135 Harvesting system for European geological data
Sistem zbiranja evropskih geoloških podatkov
Andrej Vihtelič, Jasna Šinigoj
- 135 Temporal and spatial distribution of water stable isotopes in precipitation over Slovenia and Hungary
Časovna in prostorska porazdelitev izotopske sestave padavin v Sloveniji in na Madžarskem
Polona Vreča, Tjaša Kanduč, David Kocman, Sonja Lojen, Marko Štrok, György Czuppon, István Fórizs, István Gábor Hatvani, Tamás Mona, Emese Bottyán, László Palcsu, Marianna Túri, Balázs Kohán, Zoran Kovač, Heike Briemann, Zoltán Kern
- 136 Using GPR for defining groundwater vulnerability due to the impact of agricultural activity
Uporaba georadarja za ugotavljanje ranljivosti podzemne vode zaradi vplivov kmetijske dejavnosti
Marjana Zajc, Janko Urbanc
- 137 Projekt KamPlaz: Osveščanje prebivalcev občine Kamnik o pojavih plazenja – projekt Po kreativni poti (PKP)
Project KamPlaz: Raising awareness of landslides among the residents of the municipality of Kamnik
Lan Zupančič, Galena Jordanova, Ana Grkman, Lucija Slapnik, Kevin Žagar, Klavdija Prašnikar, Aljana Vidmar, Ana Kandare, Matjaž Srša, Martin Vrabec, Nace Pušnik, Marko Vrabec, Timotej Verbovšek

Plenarna predavanja/Keynote lectures

**Breaching the boundaries between Science and Profession –
an imperative for geoscience in the service of society****Brisanje meja med znanostjo in stroko – obveza družbeno odgovorne
in koristne geoznanosti****Ruth E. Allington**

Joint Senior Partner, GWP Consultants LLP, Oxfordshire, United Kingdom;

rutha@gwp.uk.com, www.gwp.uk.com

Chair, IUGS Task Group on Global Geoscience Professionalism;

http://tg-ggp.org/

Treasurer, Pan European Resources and Reserves Reporting Committee ("PERC");

www.percstandard.eu

Why are we, as a broad and diverse community of geoscientists, not more effective in delivering "Service to Society"? This is clearly not because of a lack of scientific and technical excellence – this 5th Slovenian Geological Congress is testament to that, as is the abundance of high quality geoscience publishing, conferences, and meetings around the world.

There are three propositions which might hold the key to explaining and then breaking down (or at least making more permeable) the boundaries between the three great 'tribes' in geoscience- Educators, Applied Practitioners and Researchers:

- Without understanding the skills and expertise needed by 'industry' or government, how can educators prepare students for the non-academic workplace?
- Without access to high quality graduates and excellent underpinning fundamental and applied research, how can geoscientists in 'industry' or government deliver and develop their expertise effectively?
- Without understanding societal needs, how can researchers design research which is truly relevant to those needs?

This contribution will consider these propositions, illustrated from the presenter's own experience.

This plenary lecture is based on a longer lecture with the same title presented at the 35th International Geological Congress in Capetown (2016).

Societal challenges of the XXI century: putting geology at centre stage**Družbeni izzivi XXI. stoletja: geologija na piedestalu****Vitor Correia**

European Federation of Geologists, c/o Belgium Geological Survey, Rue Jenner 13,
1000 Brussels, Belgium;
vcorreia@apgeologos.pt

To create public awareness of the importance of geoscience to society we, geologists, must be recognised as independent, trustworthy and reliable. This is not difficult, because geology offers us a comprehensive understanding of natural phenomena. Our views on subjects (related to geosciences) are generally broad. If someone asks us to define the problems associated with the management of resources for future generations, or energy supply, or even climate change, we can provide a holistic view. And we can also offer a set of solutions. An example that illustrates this perspective is energy supply. The discussion around energy sources (coal, hydrocarbons, renewable) is in the headlines, boosted by climate change impacts. We understand the perspective of the oil & gas industry, but also the views of the geothermal sector. Even better, we are aware that problems are complex, and that replacing oil by wind or solar energy requires a steady supply of scarce (mined) raw materials (e.g. REE, copper, indium, gallium). Meaning that, instead of advocating or representing one energy source, we can position ourselves as "solution providers", supporting society (and policy makers) efforts to advance the type of energy source they want. We can provide a holistic view of the benefits and negative impacts of that energy source. Moreover, we can advise on combined solutions that encompass different energy sources, in different contexts.

Because geology is weaved in so many aspects of modern life, this approach can be extended to many other subjects. In the long run, and in a world populated with headlines, opinions and fake news, being recognised as independent, trustworthy and reliable is a valuable contribution from geoscientists for the attainment of the societal challenges of the XXI century.

Geoenergetski viri Slovenije

Geoenergy sources of Slovenia

**Miloš Markič, Mitja Janža, Andrej Lapanje, Simona Pestotnik, Joerg Prestor,
Dušan Rajver, Nina Rman & Dejan Šram**

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;
milos.markic@geo-zs.si

Geoenergetski viri na ozemlju Slovenije so premog, nafta in plin (ogljikovodiki), geotermični vir ter jedrski energetski vir (uran) (Pirc & Herlec, 2009; Lapanje & Rman, 2009). Uran smo raziskovali in izkoriščali le v preteklosti, druge še danes. Zlato obdobje nafte in plina na polju Dolina-Petišovci, kjer ju v majhnih količinah pridobivamo še danes, so bila 1950-a in 1960-a leta. Po okoli letu 1960 se je začela pospešeno razvijati geotermija. Najdaljšo tradicijo pri nas imajo premogi, od 1750 dalje. Vsi ti viri še vedno predstavljajo potencialne zaloge, marsikje v območjih opuščeni nahajališča tudi še preostale dokazane zaloge višjega ali nižjega ranga. Omenjene vire smo v preteklosti in jih tudi še danes pridobivamo z uporabo dobro uveljavljenih metod rudarjenja in priprave kot vhodnih energentov za različne energetske procese in proizvode (proizvodnja elektrike, termalne vode, gospodarskega plina, petrokemija, priprava uranove rumene pogače itd.). Sledeč razvoju v svetu proučujemo pri nas tudi tako imenovane nekonvencionalne geoenergetske vire, ki naj bi jih pridobivali s tehnologijami prihodnosti in jih ponekod že testirajo ali celo že uporabljajo. Primer slednjega je črpanje plina iz glinavcev v ZDA z uporabo hidravličnega drobljenja, kar je aktualno vprašanje tudi v Evropi. Med najaktualnejše geoenergetske vire prihodnosti uvrščamo v svetu poleg plina v glinavcih še tesno vezani plin v peščenjakih, plin iz premogov, s podzemnim uplinjanjem premoga pridobljeni plin, spodbujeno pridobljeni zemeljski plin (metan) z vtiskanjem CO₂, plitvi (petro/hidro)geotermični vir, metan iz metanovih hidratov in morda še kakšnega. Na več geotermalno in rudninsko zanimivih območjih se v novejšem času razvija hkratno črpanje termalne vode in pridobivanje posameznih izluženih elementov (Au, Ag, Cu, U, As, Li, Hg, B, Si itd.). Z geologijo in rudarstvom geoenergetskih virov so nadalje povezana področja, kot so podzemno skladiščenje plina, skladiščenje CO₂, skladiščenje radioaktivnih odpadkov itd. Raziskovanje in izkoriščanje navedenih energetskih virov in spremljajočih drugih geoloških surovin in vodá je pogosto povezano oziroma izhajajoče eno iz drugega, na primer: geotermične raziskave iz raziskav na nafto in plin in iz raziskav mineralnih in pitnih vodá; možnosti skladiščenja zemeljskega plina in/ali CO₂ iz védenja o globokih slanih vodonosnikih, opuščeni plinski in naftni polji in o globokih plasteh premogov; možnosti skladiščenja radioaktivnih podatkov iz poznavanja globokih glinastih formacij itd.

Poznavanje potenciala domačih geoenergetskih virov bo za Slovenijo vedno pomembno, saj znaša naša energetska odvisnost okoli 50 %. In k temu naj dodamo, da je cena energije za Evropejca in Slovenca precej dražja kot za prebivalca večine drugih razvitih dežel – delno zaradi visokih okoljevarstvenih zahtev, še bolj pa zaradi dragega uvoza.

Literatura

- Pirc, S. & Herlec, U. 2009: Mineralne in energetske surovine. = Mineral and energy raw materials. In: Pleničar, M., Ogorelec, B. & Novak, M. (eds.): Geologija Slovenije = Geology of Slovenia. Geološki zavod Slovenije: 517-540.
- Lapanje, A. & Rman, N. 2009: Termalna in termomineralna voda. = Thermal and thermomineral water. In: Pleničar, M., Ogorelec, B. & Novak, M. (eds.): Geologija Slovenije = Geology of Slovenia. Geološki zavod Slovenije: 553-574.

**Interaction between scientists/experts and society:
missed opportunities of everyone?****Interakcija med znanstveniki/strokovnjaki in družbo:
neizkoriščene priložnosti za vse?****Slavko V. Šolar^{1, 2}**¹ Secretary General, EuroGeoSurveys (EGS), The Geological Surveys of Europe, 36-38, Rue Joseph II, 1000 Brussels, Belgium;*slavko.solar@eurogeosurveys.org*² Geological Survey of Slovenia, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenia

There is no need to stress how important are geo-resources and environment for society; everyone is acknowledging this fact and acting in the his/her best interest, and the interest of society. A great majority of people is nowadays aligned with a streamline thinking how geo-resources and environment are borrowed from parents and to be given to children with an added value of increased wellbeing and happiness. Experts for interaction between science community and society, and its parts, such as policy and/or decision-making need multiple skills, diverse knowledge, different tools and assistance of both parties. Communication has a crucial role for a successful interaction.

Society recognizes its needs through its social subsystems within democratic processes (with ups and down falls), and science/expert community is taking its part by providing sound science-based information for these processes. The science/expert community is still of an opinion that it could contribute more knowledge to underpin better decisions for the future generations. However, there are cases of working together toward better solutions, there are win-win situations, and there is always a desire for more. The more is many times overshadowing the achievements/success, creates unproductive conflicts and blocks the future. Awareness that scientists/experts are part of society not above it, even when solutions related to their expertise are in question, is at most importance. Science/expertise is recognized in society as a priority and, decisions based on sound science are appreciated. Having the latter in mind there needs to be space for reasonable trade-offs for everyone, of course in decisions and not the expertise. The case study presented will be based on the EU raw materials policy development in the past ten years between geologists and European Commission as interacting parties.

Predavanja/Oral presentations

The role of engineering geologists in geotechnical engineering

Vloga inženirskih geologov v geotehničnem inženirstvu

Dietmar Adam

TU Wien, Institute of Geotechnics, Karlsplatz 13/220-2,
A-1040 Wien, Austria;
dietmar.adam@tuwien.ac.at

In geotechnical engineering geologists play an important role and (shall) close the gap between geology and civil engineering. From own experience and in conversation with colleagues, however, the author increasingly gained the impression that often the knowledge of the importance has been lost, which scope of activities belong to engineering geology (including hydrogeology) and how diverse these tasks are.

Consequently, there is a need to redefine the mission statement of engineering geology and to highlight (again) the achievements of engineering geologists. In practice, however, there is hardly any understanding among builders, clients and authorities for the distinction between geotechnical engineers, geologists and engineering geologists. In German-speaking countries geotechnical issues are usually referred to as "geologists", but geotechnical and engineering geological services are almost always called upon.

The author is civil engineer with specialization in geotechnical engineering and head of the Institute of Geotechnics at TU Wien consisting of two research centers, "Engineering Geology" (former chair Professor Josef Stini from 1925 to 1943, founder of engineering geology) and "Ground Engineering, Soil and Rock Mechanics" (first chair Professor Karl von Terzaghi from 1928 to 1939, founder of modern soil mechanics), thus, representing both fields of natural science (geology) and engineering science (civil engineering) (Brandl, 1983-1984 a, b; Kieslinger, 1958).

In the scope of the invited lecture the author will not report only on his personal experiences, but will reflect also a mood of the situation in Slovenia compared to that in Austria and in Germany. Definition and history of engineering geology will be presented as well as the academic educational system in various countries. Best practice examples of successful cooperation between geologists and civil engineers will be highlighted and case histories from the Alpine area including retaining structures and tunneling projects in complex geological and geotechnical conditions will be discussed (Adam et al., 2017).

Finally, the attempt will be made to answer the following questions aiming to create awareness of the important role of engineering geologists in geotechnical and civil engineering:

- What are engineering geologists educated for?
- What are the specific tasks of engineering geologists (including hydrogeologists) in the narrower field of geotechnical engineering?

- What makes engineering geologists special?
- What can or shall be the future role of engineering geologists?

References

- Adam, D., Markiewicz, R., Pulko, B., Popović, Z. & Logar, J. 2017: Piles as Retaining Structures in Slopes – Case Histories. Proceedings of Prague Geotechnical Days 2017. Academy of Science, 9-10: 3-15.
- Brandl, H. 1983-1984a: 100 Years Prof. Dr. Dr.h.c.mult. Karl v. Terzaghi. Mitteilungen für Grundbau, Bodenmechanik und Felsbau, TU Wien: 11-42.
- Brandl, H. 1983-1984b: History of the Institute for Foundation Engineering and Soil Mechanics at the Vienna Technical University. Mitteilungen für Grundbau, Bodenmechanik und Felsbau, TU Wien: 43-70.
- Kieslinger, A. 1958: Josef Stini – Zur Geschichte der technischen Geologie. Obituary, Institute of Geotechnics, TU Wien.

Ocena in modeliranje čezmejnega razširjanja onesnaženosti na poplavnem območju reke Drave

Transboundary contamination risk assessment and modelling in the Drava river floodplain

Jasminka Alijagić & Robert Šajn

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;
jasminka.aliagic@geo-zs.si,
robert.sajn@geo-zs.si

Povodje reke Drave, je bilo pomembno območje rudarjenja in topilništva že v antičnih časih. Dejavnost je dosegla svoj vrhunec v sredini prejšnjega stoletja. Številni rudniki in topilnice v Avstriji, Italiji in Sloveniji so imeli negativen vpliv na kemijsko sestavo poplavnih ravnin reke Drave. V dosedanjih raziskavah na območju Slovenije in Hrvaške so bile ugotovljene izjemno visoke vsebnosti potencialno toksičnih kovin (PTE – *Potential Toxic Elements*) kot so Pb, Zn, Cu, As in Cd ter tudi obsežno kritično onesnaženo območje, ki obsega več kot 130 km².

Omenjeni projekt predstavlja logično nadaljevanje omenjenih raziskav in je osredotočen na območje spodnjega toka Drave, saj pričakujemo, da so tudi s PTE onesnaženi precejšnji deli Dravske poplavne ravnine na Hrvaškem in Madžarskem, ki so obenem tudi pomembna poljedelska območja. Projekt ponuja izjemno priložnost za meddržavno usklajevanje protokolov raziskav, laboratorijskih postopkov in izdelave enotnega geokemičnega modela razširjanja onesnaženja z PTE na območje celotne poplavne ravnine reke Drave. Obenem bodo izpeljane raziskave tveganja v sistemu tla-rastline-prehranjevalna veriga, kakor tudi ocena ogroženosti naravnih obrečnih habitatov in mokrišč, ki so obenem eno od zadnjih približališč predvsem obvodne flore in favne.

Z namenom modeliranja razširjanja PTE smo uspešno

uporabili napredne metode linearnega in nelinearnega matematičnega modeliranja. Predvsem obetajoči so preliminarni rezultati aplikacij metod umetne inteligence oz. različnih arhitektur večslojnega perceptrona za napoved spreminjanja vsebnosti kemijskih elementov v prostoru, v odvisnosti od številnih prostorskih in klimatskih faktorjev, ki na navedene spremembe vplivajo.

Razen ocene ogroženosti in tveganja zaradi čezmejnega vpliva PTE je cilj projekta razviti usklajen raziskovalni pristop, ki vključuje strokovnjake, aktivne v različnih panogah in posledično velik sinergijski učinek. Skupni rezultati bodo predstavljali pomemben prispevek k oceni regionalnega tveganja vpliva PTE in njihovo dinamiko v prehranjevalni verigi in potencialne ogroženosti naravnih obvodnih habitatov in mokrišč.

High-resolution seismic reflection surveys in the Krško basin

Visokoločljive seizmične refleksijske raziskave v Krški kotlini

Jure Atanackov¹, Petra Jamšek Rupnik¹, Igor Rižnar², Miloš Bavec¹, Lorenzo Petronio³, Michael Cline⁴, Michael Logan Cline⁴ & Richard Quittmeyer⁴

¹ Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenia;

jure.atanackov@geo-zs.si

² Geološke ekspertize Igor Rižnar s.p., Ulica bratov Martinec 40, 1000 Ljubljana, Slovenia

³ OGS, Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale (National Institute of Oceanography and Applied Geophysics), Borgo Grotta Gigante 42/C, 34010 Sgonico (TS), Italy

⁴ RIZZO International, 500 Penn Center Boulevard, Pittsburgh, PA 15235, USA

This contribution describes the challenges and recent experience in acquisition and fine tuning of high-resolution seismic reflection methods for imaging of the shallowest near-surface (tens of meters to several hundred meters) and in support of paleoseismic surveys in areas where Ground Penetrating radar (GPR) cannot be used. All presented surveys were undertaken within the scope of the project Seismic hazard analysis for JEK2. Survey sites are located within the Krško basin, which is part of the post-Pontian Krško syncline. High-resolution seismic reflection (HRS) surveys in the Krško basin have a rich history, with the first HRS profiles obtained in the mid-1990s. The quality of results was often variable, owing to the very challenging conditions for acquisition of HRS data, including loose near-surface fluvial and alluvial sediments, highly variable water table depth, natural and artificial ambient noise and highly heterogeneous performance of seismic sources. The presence of a thick sequence of soft Neogene and Quaternary sediments means any potential near-surface neotectonic struc-

tures are likely distributed (tilting, folding, secondary fracturing), requiring high vertical and lateral resolution and large lateral extent of geophysical profiles.

HRS surveys were undertaken at a number of locations to constrain the potential presence and geometry of previously inferred neotectonic deformations and at several potential paleoseismic trenching sites. To ensure the best possible method performance, precursor testing of seismic source performance was made, testing a number of impact and explosive sources. HRS data was acquired using an acquisition system with a very large number of active channels (200+) and close geophone and shot spacing (0.5–2 m) to provide high-fold (60) data and a comparatively large depth range. Additional seismic source testing and fine tuning of acquisition parameters as well as constant quality checking was done to ensure the highest possible method performance. P-wave HRS profiles targeted the uppermost 20–300 meters to constrain near-surface presence and potential geometry of structures previously targeted by deeper geophysical surveys or indicated by surface reconnaissance (geological and geomorphic mapping). Extremely high-resolution, shallow P-wave and – for the first time – Sh-wave HRS surveys were undertaken at several potential paleoseismic trench sites, providing high-resolution data with very shallow depth range partially overlapping with low-frequency GPR.

The result of the HRS survey was a number of high-quality P-wave and Sh-wave profiles that provided important constraints on the presence and geometry of several structures of interest, as well as constraints on locations of three paleoseismic trenching sites.

Comparison of main chemical composition of groundwater, mineral and thermal water originating of tectonic active areas from eastern Turkey, Azerbaijan and western Iran

Primerjava kemijske sestave podzemne, mineralne in termalne vode, ki izvirajo iz tektonsko aktivnih območij vzhodne Turčije, Azerbajdžana in zahodnega Irana

Werner Balderer¹ & Fanny Leuenberger²

¹ ETH Zurich, Department of Earth Sciences, Institute of Geology, Sonneggstrasse 5, 8092 Zurich, Switzerland, Einsiedlerstrasse 72, 8810 Horgen, Switzerland;
bawerner@retired.ethz.ch

² ETH Zurich, Department of Earth Sciences, Chair of Engineering Geology

The authors had the opportunity to visit tectonically active areas in Eastern Turkey (Bingöl and Dogubayazit), Azerbaijan, northwestern (Täbris/Khoy) and southeastern (Kerman/Bam) Iran and to get samples of fresh groundwater, and mineral and thermal water within all these areas. This data set of the main chemical composition of these waters presents a unique opportunity to com-

pare their chemical characteristics and to deduce effects of water-rock interaction. These results as related a) to the mineralogical composition of rocks according to the geological structure, b) to the mixing with upwelling deep fluids, and c) to chemical evolution related to the tectonic activity as e.g. in contact with reactive gases, will be presented for each of the studied areas.

Novejše geološke in seizmotektonske raziskave v Krški kotlini in načrtovanje zahtevnih infrastrukturnih objektov

Recent geological and seismotectonic investigations in Krško basin with respect to planning complex infrastructure

Miloš Bavec¹, Michael Cline², Jure Atanackov¹,
Petra Jamšek Rupnik¹, Michael Logan Cline²,
Igor Rižnar¹, Mladen Živčić³ & Richard Quittmeyer²

¹ Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, Ljubljana, Slovenija;

milos.bavec@geo-zs.si

² Rizzo International, 500 Penn Center Boulevard, Pittsburgh, PA 15235, ZDA

³ Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija RS za okolje, Vojkova 1 b, Ljubljana, Slovenija

Krška kotlina ima tako kot največji del Slovenije sorazmerno kompleksno geološko zgodovino in zgradbo. Geološko interpretacijo dodatno otežuje zaporedje kvartarnih in neogenskih (mehkih) sedimentov ter pod njimi ležečih (trdnih) predneogenskih kamnin, ne glede na to, pa so zahteve po dobrem poznavanju predvsem tektonske zgodovine in strukturnogeoloških pojavov na tem območju posebno upravičene. Tam že danes stoji nekaj zahtevnih infrastrukturnih objektov (JEK, hidroelektrarne), načrtovano je odlagališče nizko in srednje radioaktivnih odpadkov, preverjajo se možnosti za gradnjo druge enote JEK, ... Zato je poznavanje geološke preteklosti, sedanjosti in do neke mere tudi prihodnosti v tem delu Slovenije izpostavljeno tako v strokovni kot tudi v širši javnosti.

V letu 2018 se zaključuje najnovejši projekt ocene potresne nevarnosti na območju predlaganih lokacij JEK2 po metodologiji PSHA (*Probabilistic Seismic Hazard Analysis*) in sicer z razširjenim postopkom SSHAC 2 (*Senior Seismic Hazard Analysis Committee*) – nivo 2, ki ga koordinirata konzultantsko podjetje Rizzo International in Geološki zavod Slovenije. Ob natančnejši karakterizaciji lokalnih in regionalnih potresnih virov ter izračunu potresne obremenitve na lokaciji, je velik poudarek zadnje raziskave posvečen tudi vprašanju »zmožnosti prelomov« (*fault capability*) – potencialu za nastanek površinske deformacije ob potresu. Posebna pozornost je bila zaradi bližine potencialni lokaciji posvečena Orliškem in Artiškemu prelomu.

Rezultati izhajajo iz že razpoložljivih geoloških, seizmo-

loških, geofizikalnih in geomorfoloških podatkov, ki so bili na voljo že ob zaključku prejšnje študije o izvedljivosti gradnje JEK2 (BRGM, GeoZS, Rizzo 2010–2013), v dobršni meri pa so bili novi podatki pridobljeni tudi v okviru zadnjega projekta. Od začetka projekta leta 2014 do zaključka terenskih del ob koncu 2017 so bile tako izvedene geomorfološke analize v 25 km radiju okrog predvidene lokacije z uporabo lidarskih podatkov in s strukturno-geološkim terenskih pregledom vzdolž nekaterih ključnih delov prelomov, 8,8 km visokoresolucijske S- in P- refleksijske seizmike, 3,1 km plitvih SRT in ERT profilov, trije paleoseizmološki izkopi, datiranih je bilo 62 vzorcev kvartarnih in t.i. pliokvartarnih sedimentov, posodobljen je bil katalog potresov itd.

Doslej sta bila ocenjena seizmični potencial glavni regionalni potresni virov in »zmožnost prelomov« v bližnji okolici (*site vicinity*) potencialne lokacije.

Geokemične raziskave v urbanem območju Idrije

Geochemical investigations in Idrija urban area

Špela Bavec¹, Mateja Gosar¹ & Harald Biester²

¹ Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

spela.bavec@geo-zs.si,

mateja.gosar@geo-zs.si

² Technische Universität Braunschweig, Institute of Geoecology, Langer Kamp 19c, 38106 Braunschweig, Germany; *h.biester@tu-bs.de*

Predstavljena bo obsežna geokemična študija o urbanih materialih v našem najstarejšem rudarskem mestu, to je v Idriji. Obravnavano mesto predstavlja specifičen primer urbanega okolja, ki je najgostejše poseljeno neposredno nad rudiščem živega srebra. Rudnik je obratoval skoraj pol tisočletja in pomembno vplival na razvoj mesta. Rudarjenje in z njim povezane dejavnosti pa so za seboj pustile močno obremenjeno okolje.

S sistematičnim proučevanjem tal, sedimentov ter hišnega prahu so bile raziskave usmerjene v ugotavljanje vsebnosti in prostorske porazdelitve živega srebra ter drugih kovin v obravnavanih materialih (Bavec in sod., 2014, 2015, 2017, 2018; Bavec, 2015, 2017; Bavec & Gosar, 2017). Določene so bile tudi kemijske zvrsti živega srebra in vodotopne ter v želodcu topne vsebnosti živega srebra. Uporaba hišnega prahu, kot vzorčnega sredstva v urbanem okolju Idrije, je zelo dobrodošla novost.

Urbani materiali Idrije so močno obremenjeni z živim srebrom. Manjši delež živega srebra v tleh je vodotopen in lahko prehaja v globlje dele tal ali v podzemno vodo. Opredelitev kemičnih zvrsti in v želodcu topnega živega srebra v obravnavanih materialih nudi pomembne in koristne informacije za razumevanje izjemno visokih vsebnosti celotnega živega srebra na obravnavanem območju in njihovega vpliva

na lokalno prebivalstvo. Predstavljena bo ocena tveganja, ki je bila izvedena s tako pridobljenimi podatki. Opravljene raziskave predstavljajo pomemben doprinos k novim znanstvenim spoznanjem o geokemičnih procesih v urbanem okolju Idrije, ki je močno obremenjeno z živim srebrom.

Literatura

- Bavec, Š., Biester, H. & Gosar, M. 2014: Urban sediment contamination in a former Hg mining district Idrija, Slovenia. *Environmental geochemistry and health*, 36/3: 427–439.
- Bavec, Š. 2015: Geochemical investigations of potentially toxic trace elements in urban sediments of Idrija = Geokemične raziskave potencialno strupenih slednih elementov v urbanih sedimentih Idrije. *Geologija*, 58/2: 111–120.
- Bavec, Š., Gosar, M., Biester, H. & Grčman, H. 2015: Geochemical investigation of mercury and other elements in urban soil of Idrija (Slovenia). *Journal of geochemical exploration*, 154: 213–223.
- Bavec, Š. & Gosar, M. 2016: Speciation, mobility and bioaccessibility of Hg in the polluted urban soil of Idrija (Slovenia). *Geoderma*, 273: 115–130.
- Bavec, Š. 2017: Geochemical baseline for chemical elements in top- and subsoil of Idrija = Geokemično ozadje kemičnih prvin v zgornjem in spodnjem sloju tal na območju Idrije. *Geologija*, 60/2: 181–198.
- Bavec, Š., Gosar, M., Miler, M. & Biester, H. 2017: Geochemical investigation of potentially harmful elements in household dust from a mercury-contaminated site, the town of Idrija (Slovenia). *Environmental geochemistry and health*, 39/3: 443–465.
- Bavec, Š., Biester, H. & Gosar, M. 2018: A risk assessment of human exposure to mercury-contaminated soil and household dust in the town of Idrija (Slovenia). *Journal of geochemical exploration*, 187: 131–140.

Karavanke UNESCO Globalni Geopark za splošno javost

Karavanke UNESCO Global Geopark for general public

Mojca Bedjanič¹, Darja Komar², Lenka Stermecki³,
Danijela Modrej⁴, Gerald Hartmann⁵ & Sandra Zvonar⁶

^{1,3,6} Zavod Republike Slovenije za varstvo narave, Območna enota Maribor, Pobreška cesta 20, 2000 Maribor, Slovenija;
mojca.bedjanic@zrsvn.si,
lenka.rojs@zrsvn.si,
sandra.zvonar@zrsvn.si

^{2,4,5} Delovna skupnost Geopark Karavanke/Karawanken, Hauptplatz 7, 9135 Bad Eisenkappel/Železna Kapla, Avstrija;
darja.komar@geopark.si,
office@geopark-karawanken.at,
gerald.hartmann@geopark-karawanken.at

Geopark Karavanke, čezmejni geopark, ki obsega območje petih slovenskih in devetih avstrijskih občin je bil ustanovljen leta 2011. Dve leti kasneje je postal član Evropske in Svetovne mreže geoparkov, ki je takrat delovala pod okriljem organizacije UNESCO. Novembra 2015 je gene-

ralna konferenca organizacije UNESCO na svojem zasedanju odobrila statut in smernice novega mednarodnega programa IGGP »*International Geoscience and Geoparks Programme*« ter s tem ustanovitev UNESCO Globalnih Geoparkov. Tako je z letom 2015 Geopark Karavanke pridobil naziv Karavanke UNESCO Globalni Geopark. Evropska mreža geoparkov trenutno vključuje 70 geoparkov iz 23 evropskih držav, medtem ko Svetovna 140 geoparkov iz 38 držav – med njimi le 4 čezmejne. Z namenom povezovanja in skupne promocije med geoparki v Sloveniji deluje Slovenski nacionalni forum UNESCO Globalni Geoparki ter v Avstriji Forum avstrijskih UNESCO geoparkov. Naloge nacionalnih forumov so med drugim: vzpodbujanje sodelovanja in sodelovanje z obema mrežama geoparkov, nacionalnimi forumi ter geoparki; pomoč pri ustanavljanju novih geoparkov in njihovem vključevanju v mrežo; skrb za nadaljni razvoj geoparkov na osnovi UNESCO programa IGGP. Z namenom povezovanja med geoparki v regiji Alpe-Adria vzpostavlja Alpe-Adria mreža geoparkov.

Geoparki tako v evropskem kot v svetovnem merilu postajajo vedno bolj prepoznavne in atraktivne destinacije, ki jih zaradi njihove geološke dediščine obišče vedno več obiskovalcev, ki želijo spoznati geološko dediščino, kot tudi ostalo naravno in kulturno dediščino. Geoparki so zaradi geoloških fenomenov, ki so izjemni na nacionalnem, regionalnem, evropskem in svetovnem nivoju, prepoznavni med geološko stokovno javnostjo. Poznavanje območja in njegovih geoloških ter ostalih posebnosti pa je precej slabše med domačini oziroma splošno javnostjo. Seveda pa to ne velja le za geoparke, ampak je to pogost »problem« vseh območij izjemne naravne in kulturne dediščine. Pomena območja in njegovih posebnosti se domačini pogosto zavedajo/mo šele takrat, ko jih/nas na to opozorijo obiskovalci.

Eden izmed pomembnih ciljev Evropske in Svetovne mreže geoparkov je delovanje v lokalnem okolju, ozaveščanje, popularizacija in izobraževanje o posebnostih območja med domačim prebivalstvom. S tem namenom poteka odmeven popularizacijski dogodek t. i. Teden geoparka. Ta naj bi se po priporočilih Evropske mreže geoparkov izvajal zadnji teden maja in prvi teden junija in je usmerjen v ozaveščanje domačinov in ostale splošne javnosti o pomenu območja. Geopark Karavanke že od svoje ustanovitve aktivno izvaja program t. i. Teden Geoparka Karavanke, ki smo ga v lanskem letu, v okviru INTERREG projekta EUfutuR vsebinsko prenovili in obogatili ter mu nadelali tudi novo grafično podobo in ime GEOFESTIVAL. V dveh tednih tako na celotnem območju Geoparka Karavanke potekajo različni dogodki in aktivnosti. Vse poteka v slovenskem in nemškem jeziku, dogodki so namenjeni različnim starostnim skupinam. Izvajajo se različne delavnice, vodeni sprehodi/pohodi, dnevi odprtih vrat, predavanja in skupni ogledi posebnosti geoparka. Za »zahtevnejšo« javnost so organizirana različna specializirana predavanja ali ogledi. Ker pa geopark ni samo geologija, so v okviru GEOFESTIVALA organizirane tudi različne kulturne in športne dejavnosti. Večina aktivnosti je osredotočena na zadnji teden maja in prvi teden junija, vendar pa poskušamo zaradi velikega zanimanja pod okriljem GEOFESTIVALA organizirati različne dogodke preko celega leta. V lanskem letu se je 43 različnih dogodkov udeležilo okoli 5000 domačinov. GEOFESTIVAL 2018 je potekal med

19. majem in 30. junijem, ponovno pod sloganom *Tako pi-san in raznolik je Geopark Karavanke*.

Literatura

www.geopark.si
www.zrsvn.si

The role of hydrology for metal dispersion and risk assessment in polluted mining areas

Vloga hidrologije pri procesih premeščanja kovin v okolju in za oceno tveganja na onesnaženih območjih rudarjenja

Harald Biester

Institut für Geoökologie, Technische Universität Braun-schweig, AG Umweltgeochemie, Langer Kamp 19c, 38106 Braunschweig, Germany;
h.biester@tu-bs.de

Many large metal mining areas face a legacy of wide-spread pollution of the environment with toxic metals. Dispersion of metals in mining areas occurs from different sources which might differ in metal species and re-lease characteristics. A major controlling factor of metal dispersion in large metal mining areas is hydrology, which determines the velocity of transport and the spatial dis-tribution of the metals and therefore a large part of the risk potential for the end of the pipe receptors; especial-ly sensitive aquatic systems. Major sources of metals to the aquatic system are gangue material and other mining residues stored in tailings often along rivers or polluted soils contaminated by atmospheric metal deposition. Moreover, different metal species might be associated with different grain size fractions in soils or sediments, and thus subject to a different extent of mobilization and transport at varying hydrological conditions such as drought or heavy rain events. We present data from two large scale mining areas in Slovenia (Idrija) and Germa-ny (Harz) on metal speciation, and related metal species mobilization and transport under varying hydrological conditions. Results show that mercury (Hg) in the heavily polluted mining area of Idrija occurs in two major spe-cies which are organically bound Hg (NOM-Hg) in soils contaminated by atmospheric Hg deposition from ore roasting emissions and as cinnabar (HgS) derived from ore or mining residues. Hg-speciation measurements of river suspended matter from Idrijca river indicate that NOM-Hg is the dominant Hg species mobilized from soils and transported to the Gulf of Trieste under low and nor-mal hydrological conditions, whereas HgS predominately hosted by larger particles is preferentially mobilized and transported during higher hydrological regime. Although larger particles bearing mostly cinnabar show higher Hg concentrations than smaller particles bearing NOM-Hg, NOM-Hg exhibit higher risks due to its potential transfor-mation to bioavailable methyl-Hg (Baptista et al., 2017).

In contrast, in the Harz mountains, where soils were heavily contaminated over centuries by Pb and As emis-sions from ore smelters, the release of Pb and As and its transport in the river system to drinking water reservoirs is largely dominated by DOM-Pb and As association. Due to this, the dynamics of Pb and As release from contam-inated soils and peatlands is coupled to that of DOM, which is strongly determined by climate controlled hydro-logical events and related preconditions. Thus, up to 40 % of the annual Pb and As flux from soils and peatlands occurs during heavy rain events and is particularly pro-nounced after dry preconditions (Broder & Biester, 2015).

Both case studies show, that climate and hydrology are major drivers of metal release from metal mining areas into adjacent ecosystems. Understanding the relation between climate, hydrological patterns and metal release is crucial to predict related environmental threads under changing climatic conditions.

References

- Baptista-Salazar, C., Richard, J.-H., Horf, M., Rejc, M., Gosar, M. & Biester, H. 2017: Grain-size dependence of mercury speciation in river suspended matter, sediments and soils in a mercury mining area at varying hydrological conditions. Appl. Geochem., 81: 132-142.
- Broder, T. & Biester, H. 2015: Hydrologic controls on DOC, As and Pb export from a polluted peatland – the importance of heavy rain events, antecedent moisture conditions and hydrological connectivity. Biogeosciences, 12: 4651-4664, doi:10.5194/bg-12-4651-2015.

Ongoing EIT RawMaterial projects at UNIZG-RGNF

Tekoči projekti EIT RawMaterials UNIZG-RGNF

Vječislav Bohanek & Sibila Borojević Šošćarić

University of Zagreb, Faculty of mining, geology and petro-leum engineering, Pierottijeva 6, 10000 Zagreb, Croatia;
vjecislav.bohanek@rgn.hr

The University of Zagreb (abbr: UNIZG) is the oldest and the biggest university in South-Eastern Europe. As a comprehensive public Central European university it offers education and research in all scientific fields and a broad spectrum of courses at all study levels, from un-dergraduate to postgraduate. The University comprises of 29 faculties, 3 art academies and 1 university centre with more than 70,000 students. The Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering (Croatian: Rudar-sko-geološko-naftni fakultet, abbr: RGNF) is the only in-stitution in Croatia focused on research and education in exploration and exploitation of mineral and rock raw materials as well as hydrocarbons and geothermal water.

Currently UNIZG is an associated partner in EIT RawMa-terials community and participates in five projects as a project partner and coordinating two projects. This paper presents ongoing projects and experience of UNIZG-R-

GNF within EIT RawMaterials consortium and two projects are presented in more details. The first is Dubrovnik International ESEE Mining School. Objective of the project is educational activity focused on ESEE region. The second one, InvestRM project, aims to design an on-line accessible, decision-making tool for facilitating investments in the raw material sector in the ESEE. Application will contain relevant, updated and RM-tailored country data (legal, social, economic), together with verified critical raw materials database. Pilot country for web application will be Bosnia and Herzegovina, but the application could be later easily adapted to other ESEE countries.

Rb-Sr radiometrična datacija pohorskega gnajsa

Rb-Sr radiometric dating of gneiss from the Pohorje

Dominik Božič¹, Aleš Šoster¹, Matej Dolenc¹ & Marko Štrok²

¹ Oddelek za geologijo, Aškerčeva 12, 1000 Ljubljana, Slovenija; dominik.bozic96@gmail.com

² Institut Jožef Stefan, Jamova 39, 1000 Ljubljana, Slovenija

Določanje časa nastanka posamezne kamnine je eden izmed ključnih problemov v geologiji. V Sloveniji se je do zdaj izvajalo le določanje starosti na osnovi fosilov, t. i. relativno datiranje, a je ta način močno omejen za nekatere sedimentne kamnine in povsem neuporaben za magmatske in metamorfne kamnine. V teh primerih pa so datacije možne z analizo radionuklidov z dovolj dolgim razpolovnim časom in njihovih razpadnih produktov, kar je botrovalo k povezavi med Oddelkom za geologijo in Institutom Jožef Stefan. Iz tega sodelovanja smo lahko vpeljali metodo Rb-Sr datiranja. Prvič je bila ta analitska metoda uporabljena že v 40. letih (Bowen, 1988), sedaj pa obstaja veliko načinov izvajanja le-te, pri čemer je vsaka sestavljena še iz številnih postopkov. Izbrati smo morali tiste, ki jih lahko izpeljemo glede na opremo, prisotno na inštitutu. Eksperimentalno smo določili, kateri izmed njih in na kakšen način nam dajo najboljše rezultate. Za datiranje na podlagi Rb-Sr smo se odločili zato, ker je uporaben razpon Rb-Sr datacije med 10 Ma in 4,5 Ga.

Z namenom razvoja in optimiziranja metode datacije smo se odločili za ponovno datiranje gnajsa, najdenega na Pohorju, katerega starost nastanka in starost metamorfoze so določili Janák s sod. (2009). Glede na literaturo, zmožnosti naprav na inštitutu in preliminarne rezultate smo se odločili za datacijo s pomočjo razkroja posameznih mineralov ter meritve razmerij rubidijevih in stroncijevih izotopov z multikolektorskim masnim spektrometrom na induktivno sklopljeno plazmo (MC-ICP-MS).

Zdrobljeni vzorec gnajsa smo ročno ločili na posamezne mineralne faze. To nam je omogočilo določitev koncentracij Rb in Sr za posamezne minerale, na podlagi česar smo lahko sklepali o izbiri najboljših mineralnih faz za

izdelavo izohrone. Primerjali smo dva postopka separacije, tako da smo eno serijo mineralnih faz le razkrojili v HNO₃, HF, HCl in H₂O₂, drugo pa z uporabo alkalne taline predhodno stalili na 1200 °C. Rubidij smo separirali od stroncija z uporabo ekstrakcijske smole Sr Resin, ki ob spremenljivih kemijskih pogojih selektivno prepušča Sr. Koncentracije Rb in Sr ter izkoristek kemijske separacije smo določili z masnim spektrometrom na induktivno sklopljeno plazmo (ICP-MS). Razmerja Rb-87/Sr-86 in Sr-87/Sr-86, ki jih potrebujemo za določitev Rb-Sr izohrone, pa smo določili z MC-ICP-MS.

Pokazalo se je, da so razlike med obema metodama razkroja majhne. Določena je bila starost kamnine 238 Ma, ki sovпада s starostjo, objavljeno v predhodni literaturi, kjer se giba med 220 in 280 Ma. S tem smo potrdili ustreznost razvite Rb-Sr metode za datacijo kristaliničnih kamnin, kar odpira nove možnosti uporabe tovrstnih metod datacije v Sloveniji. Rezultati kažejo, da so za izdelavo izohrone v analiziranem gnajsu najbolj primerni minerali plagioklazi in muskovit.

Literatura

Bowen, R. 1988: Isotopes in the Earth Sciences. Chapman & Hall, London: 648 p.

Dickin, A. P. 1998: Radiogenic Isotope Geochemistry. Cambridge University Press, Cambridge: 550 p, doi:10.1007/978-94-009-2611-0.

Eichrom Technologies, Analytical Procedure LLC, Method No: SRW01 May 1, 2014 Revision: 1.5

Janak, M., Cornell, D., Foritzhem, N. et al. 2009: Eclogite-hosting metapelites from the Pohorje Mountains (Eastern Alps): P-T evolution, zircon geochronology and tectonic implications. European Journal of Mineralogy, 21: 1191–1212, doi:10.1127/0935-1221/2009/0021-1966.

Miller, C., Mundil, R., Thöni, M. et al. 2005: Refining the timing of eclogite metamorphism: a geochemical, petrological, Sm-Nd and U-Pb case study from the Pohorje Mountains, Slovenia (Eastern Alps). Contrib. Mineral Petrol, 150: 70–84, doi:10.1007/s00410-005-0004-0.

Thöni, M. 2002: Sm-Nd isotope systematics in garnet from different lithologies (Eastern Alps): age results, and an evaluation of potential problems for garnet Sm-Nd chronometry. Chemical Geology, 185: 255–281.

Ali je mogoče umestiti rezervni vodni vir v urbano okolje?

Could we place a reserve drinking water source in an urban area?

Branka Bračič Železnik¹, Barbara Čenčur Curk²,
Jerca Praprotnik Kastelic², Anja Torkar²,
Ajda Cilensšek³ & Primož Banovec³

¹ Javno podjetje VODOVOD-KANALIZACIJA d.o.o., Vodovod-na cesta 90, 1000 Ljubljana, Slovenija;
branka.bracic.zeleznik@vo-ka.si

² Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo,
Aškerčeva 12, 1000 Ljubljana, Slovenija

³ Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Vodno gospodarski inštitut, Hajdrihova 28, 1000 Ljubljana, Slovenija

Uredba o oskrbi s pitno vodo v 16. členu predpisuje, da mora vsak javni vodovod imeti zagotovljena rezervna zadržanja za pitno vodo, iz katerih se lahko v nujnih primerih zagotavlja oskrba s pitno vodo na območju javnega vodovoda. Zanje je postavljen pogoj, da je to drugo neodvisno zadržanje za pitno vodo, ki napaja isti javni vodovod.

Javna oskrba s pitno vodo v Ljubljani ima zavirljivo tradicijo. Prvi vodnjaki v vodarni Kleče so začeli črpati podzemno vodo iz prodno-peščenega vodonosnika Ljubljanskega polja maja leta 1890. Vodarna Kleče, ki je bila takrat daleč od urbaniziranih območij Ljubljane, se danes nahaja v središču urbaniziranih, industrijskih, prometnih in kmetijskih površin. Vodovodni sistem je razpreden po celotnem območju Ljubljanskega polja in z vidika primernega in učinkovitega ukrepanja v nujnih primerih je najprimernejša lokacija rezervnega vodnega vira na območju obstoječega vodovodnega sistema ali v neposredni bližini. Tu pa se postavi vprašanje, ali je to mogoče?

V obdobju 2004–2006 so potekale raziskave za potencialne nove vire pitne vode za Mestno občino Ljubljana (Železnik et al., 2005). Na osnovi izvedenih geoloških in hidrogeoloških raziskav so bile na območju Ljubljanskega polja določene tri primerne lokacije rezervnih vodnih virov.

Ena od lokacij, načrtovana vodarna Koseze, ki se nahaja na območju Draveljske doline, med Kosezami in Brdom, je bila izbrana kot testno območje projekta PROLINE-CE (program Interreg Srednja Evropa). Predhodne hidrogeološke raziskave (Petauer, 2004) so pokazale, da se pod 15 m debelo plastjo peščeno meljaste gline nahaja do 65 m debel nanos meljasto peščenega proda, v katerem so ekonomsko zanimive količine kakovostne podzemne vode dobre izdatnosti. Lokacija potencialnega rezervnega vira oz. vodarne Koseze je že uvedena v Občinskem prostorskem načrtu, in sicer kot načrtovano zadržanje za pitno vodo.

Lokacija tega rezervnega vodnega vira se nahaja v Krajinskem parku Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib, katerega osnovna naloga je varovanje naravnih vrednot in krajinskih značilnosti ter ohranjanje biotske raznovrstnosti. Vendar so na širšem napajalnem območju vodnega vira prisotni razni pritiski, kot so urbana območja, najbolj obremenjen odsek avtoceste v Sloveniji, rekreacijsko območje Poti tovarstva

in spominov ter kmetijske površine. Vse te rabe prostora imajo določen vpliv na vodni vir. Obravnavano območje je v porečju Glinščice, ki ob visokih vodah tudi poplavlja. Dodaten problem na širšem območju predstavljajo tudi neurejene površinske vode, ki pritekajo z Rožnika.

Zaradi navedenega je izdelava predloga zaščite vodnega vira vodarne Koseze velik izziv, še posebej ob upoštevanju obstoječe rabe prostora, občasnih poplav in pričakovanih podnebnih sprememb. Postavljajo se vprašanja, ali je mogoče uskladiti različne interese deležnikov v prostoru? Je mogoče izboljšati komunikacijo med njimi in tako doseči dobre prakse gospodarjenja s prostorom, ki dopuščajo, da se v obstoječo rabo vključi rezervni vodni vir?

Literatura

Hidroinženiring d.o.o., Ljubljana.

Petauer, D. 2004: Izdelava piezometra OP-12. GEOKO d.o.o., Ljubljana.

Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja. Ur. l. RS št. 64/04, 5/06, 58/11 in 15/16.

Uredba o oskrbi s pitno vodo. Ur. l. RS št. 88/12.

Železnik et al., 2006: Potencialni novi viri pitne vode za Mestno občino Ljubljana.

Sistematičen pregled geoloških vsebin v učnih načrtih in učbenikih za osnovne šole in gimnazije

Systematic overview of geological contents in curricula and textbooks for primary schools and gymnasiums

Rok Brajkovič¹, Mojca Bednjanič², Nina Rman¹,
Neža Malensek¹, Matevž Novak¹ & Petra Žvab Rožič³

¹ Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

rok.brajkovic@geo-zs.si,

nina.rman@geo-zs.si,

neza.malensek@geo-zs.si,

matevz.novak@geo-zs.si

² Zavod RS za varstvo narave – OE Maribor, Pobreška cesta 20a, 2000 Maribor, Slovenija;

mojca.bednjanic@zrsvn.si

³ Oddelek za geologijo, Aškerčeva 12, 1000 Ljubljana, Slovenija;
petra.zvabrohic@ntf.uni-lj.si

Poučevanje geoloških vsebin v obveznem izobraževanju je ključno, saj lahko le tako zagotovimo, da posameznik razume vlogo geologije pri soustvarjanju moderne družbe. Da bi pridobili celostni vpogled v poučevanje geoloških tematik v osnovnih in srednjih šolah, smo pregledali učne načrte in analizirali vsebine 101 učbenika za osnovne šole in splošne gimnazije. Geološke vsebine v slovenskem šolskem sistemu se pojavijo že v vrtcih, prvi učni cilji pa so definirani na razredni stopnji osnovne šole (Zvonar, 2018). Raziskava slovenskih osnovnošolskih učnih načrtov za naravoslovne predmete kaže, da je geološkim tematikam namenjenih le 30 ur (Catana, 2017). Majcen (2003) poroča o krčenju geoloških vsebin v de-

vetletki ter opozarja na nezadostno predstavitev geologije kot vede. Učni cilji z geološko vsebino so bili vrednoteni po Bloomovi taksonomiji (Kennedy, 2015). Trenutno veljavni in relevantni učbeniki so bili analizirani z namenom pridobitve vpogleda v medpredmetno nadgrajevanje ciljev z geološko vsebino, zapisanih v učnih načrtih. Vrednoteno je bilo tudi, ali vsebine v učbenikih zadostujejo za doseganje ciljev pri posameznem predmetu.

Ugotovili smo, da se geološke vsebine v osnovni šoli poučujejo pri predmetih: Družba (4. in 5. razred), Naravoslovje in tehnika (4. in 5. razred), Naravoslovje (6. in 7. razred), Geografija (6., 7., 8. in 9. razred), Biologija (9. razred) in Okoljska vzgoja. V gimnazijah so geološke vsebine obravnavane pri Biologiji (1., 2., 3. in 4. letnik) ter Geografiji (1., 2., 3. in 4. letnik), kjer se znanje preverja tudi na maturi. Vseh geoloških ciljev za OŠ je 62, njihova povprečna zahtevnost pa je povečini na stopnji "razumevanje". Največ geoloških ciljev in vsebin (11), je pri predmetu Geografija v 6. razredu, kar pa predstavlja zelo majhen delež predmeta. V splošnih gimnazijah se največ geoloških ciljev in vsebin pojavi pri predmetu Geografija, in sicer 67. Njihova povprečna zahtevnost je večinoma na stopnji "uporaba".

Geološke učne cilje in vsebine smo nadalje razvrstili v šest tematskih sklopov: Osnove geologije, Petrologija, Hidrogeologija, Geologija krasi, Paleontologija ter Ekologija in varstvo narave. Največ ciljev in vsebin sodi v sklop Osnove geologije, ki je po taksonomski zahtevnosti med vsemi sklopi najmanj zahteven. Iz osnovne v srednjo šolo se zahtevnost ciljev pri vseh sklopih poviša za eno taksonomsko stopnjo.

Analize so pokazale, da je veda, ki zagotavlja mineralne surovine in pitno vodo ter preko podpovršja posredno vpliva na vrsto naravnih in družbenih dejavnikov, razčlenjena do nerazpoznavnosti. Šele ko se bo stanje v izobraževanju sistematično izboljšalo, bodo bodoče generacije odločevalcev bile sposobne razumeti pomembnost predlogov geologov za sooblikovanje boljše prihodnosti Družbe 5.0.

Literatura

- Catana, M. & Vilas Boas, M. (eds.). 2017: Raziskava nacionalnih učnih načrtov v naravoslovju na Portugalskem, Norveškem in v Sloveniji. Internet: https://issuu.com/esteam/docs/ebook_raziskava_u_nih_na_rtov_slo
- Kennedy, D. 2015: Pisanje in uporaba učnih izidov. Praktični vodnik. CEMIPUS, Ljubljana: 38 p.
- Majcen, T. 2003: Geologija v osnovnošolskih programih. Geološki zbornik, 17: 110–115.
- Zvonar, S. et. al. 2017: Čeprav je ni, je povsod: geologija v vzgojno-izobraževalnem sistemu. Razredni pouk, 19/3: 34–41.

Micropalaeontological and geochemical characterization of Holocene sediments in coastal karst dolines under the marine influence (Island of Cres, Adriatic sea)

Mikropaleontološka in geokemijska karakterizacija holocenskih sedimentov v obalnih kraških vrtačah pod vplivom morja (otok Cres, Jadransko morje)

Dea Brunović¹, Slobodan Miko¹, Zoran Peh¹,
Nikolina Ilijanić¹, Ozren Hasan¹, Tena Kolar² &
Martina Šparica Miko¹

¹ Croatian Geological Survey, Sachsova 2, 10000 Zagreb, Croatia;

dbrunovic@hgi-cgs.hr

² Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering, University of Zagreb, Pierottijeva 6, 10000 Zagreb, Croatia

Numerous karst dolines have been formed along the coastline of Island of Cres, Croatia. Their genesis can be correlated with subaerial exposure of Cretaceous carbonates during the periods of sea-level lowstands (Surić, 2002). Holocene sea-level rise had significant impact on the dolines present in this area. Rise in the sea-level led to the rise in the ground water level that, together with precipitation, enabled water accumulation in inland dolines and marine inundation of nowadays submerged dolines. Sediments deposited in dolines reveal important palaeo-environmental data.

Three short sediment cores (up to 45 cm long) were extracted from inland dolines and two longer sediment cores (up to 370 cm long) were extracted from submerged dolines. Results indicate that interaction of sea-level rise, heat balance, tectonic activity, elevation and sediment accumulation had a fundamental impact on environmental development of investigated dolines located on the southwestern part of the Island of Cres, near Town of Osor.

Marinska, Arcij and Podbrajde inland dolines, formed in Cretaceous limestones and dolomites, differ in depth, size and distance from the sea. Furthermore, they can also be differentiated on the basis of the established environmental conditions, recognized foraminiferal assemblages in the sediment and sediment geochemistry. Marine influence with sea-water seepage through karstified underground is substantial. Dominant taxa in the brackish-water Marinska doline is typical for intertidal environments (*Haplophragmoides canariensis* and *Trochammina inflata*). Monospecific assemblage, comprising stress-tolerant species *Ammonia tepida*, has been identified in Arcij doline. Significant number of deformed specimens is present in this doline, indicating environmental stress. Established environmental conditions in doline Podbrajde did not allow diversification of foraminiferal fauna. Geochemically, these environments are characterized by high production rates (elevated N and P) and significant accumulation of algal organic matter. Sonte and Jaz submerged dolines with preserved thick

sediment sequence have been studied in detail. The main aim was to recognize transitional terrestrial-marine intervals in sediment cores in order to compare Holocene palaeoenvironments with the present-day environments located along the Island of Cres. Special emphasis was on determination of the timing of marine inundation, that was based on micropalaeontological and geochemical data. Results revealed dynamic Holocene palaeoenvironmental development of submerged dolines. Environments similar to the present-day inland dolines have been recognized in the basal part of the cores. They are characterized by high abundance of organic matter and high Mo concentrations. Some differences in comparison to the inland dolines, that can probably be attributed to climate variations, have been recognized in geochemical data. Foraminiferal assemblages in these intervals contain low-diversity fauna predominantly composed of *Ammonia tepida*, *Ammonia parkinsoniana* and *Haynesina depressula specimens*.

References

Surić, M. 2002: Submarine Karst of Croatia - Evidence of former lower sea levels. *Acta Carsologica*, 31/3: 89-98.

Spletna aplikacija Rudarska knjiga

The web application Mining Registry Book

Ana Burger, Marko Tukić, Andreja Senegačnik & Duška Rokavec

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

ana.burger@geo-zs.si,

marko.tukic@geo-zs.si,

andreja.senegacnik@geo-zs.si,

duska.rokavec@geo-zs.si

Konec leta 2016 je bila izdelana nova spletna aplikacija Rudarska knjiga, ki predstavlja pregled trenutno sklenjenih koncesijskih pogodb za izkoriščanje mineralnih surovin po Zakonu o rudarstvu ter izdanih dovoljenj za raziskovanje mineralnih surovin v slovenskem prostoru. V ZRud-1 je določeno, da se Rudarska knjiga vodi kot javna knjiga ter da ima vsakdo pravico pregledovati podatke. Rudarska knjiga je sestavljena iz rudarskega registra (zbirka listin, ki se nanašajo na nosilca rudarske pravice) in rudarskega katastra (kartografski prikaz in druge listine).

Rudarsko knjigo v skladu z 18. členom ZRud-1 vodi in vzdržuje Geološki zavod Slovenije, ki je pooblaščen za izvajanje Rudarske javne službe. Podatke, ki so vpisani v Rudarski knjigi, posreduje ministrstvo, pristojno za rudarstvo. Ker morajo biti podatki in kartografski prikazi na razpolago javnosti, je bilo z Ministrstvom za infrastrukturo dogovorjeno, da naredimo spletno aplikacijo, v kateri so dosegljivi podatki, za katere je zakonsko določena dostopnost.

Do leta 2016 smo uporabljali zbirko podatkov na MS SQL

Server z uporabniškim vmesnikom v MS Access. Čeprav je bila za notranjo uporabo rešitev zadovoljiva, smo imeli težave z zagotavljanjem dostopnosti uporabnikom na ministrstvu. Ko sta se vrsta in količina podatkov večali, je tudi uporabniški vmesnik postal manj pregleden.

V letih 2015 in 2016 smo razvili informacijski sistem Rudarska knjiga. Sistem smo ločili na testni, produkcijski in distribucijski del. Izdelali smo prostorsko podatkovno zbirko in spletne kartografske servise. Vzpostavili smo prenos podatkov iz produkcijskega v distribucijski del. Na Microsoftovi platformi ASP.NET smo razvili spletno aplikacijo Rudarska knjiga in spletni GIS pregledovalnik na podlagi knjižnice ArcGIS API. Ker med uporabniki ni bil dobro sprejet, smo v spletno aplikacijo integrirali nov GIS pregledovalnik, razvit na podlagi odprtokodne knjižnice OpenLayers. Skozi ves razvojni cikel smo posvečali pozornost prijaznosti uporabniku, nedvoumnemu podajanju podatkov in preglednosti spletne aplikacije. Pri prenosu v ciljno okolje in administriranju strežnikov smo sledili uveljavljenim dobrim praksam. Od leta 2017 poteka kontinuiran razvoj informacijskega sistema v skladu s potrebami pristojnega ministrstva.

Spletna aplikacija Rudarska knjiga je dostopna na internetnem naslovu <https://ms.geo-zs.si/>. Prikazani podatki iz rudarskega registra so: vrsta mineralne surovine, količina, ki jo je dovoljeno odkopati, podatki o koncesionarju, površini prostora in številki koncesijske pogodbe, dovoljenja ter uradnega lista. Čas trajanja uradnih dokumentov smo na aplikaciji prikazali tudi s časovnim trakom.

Glede na podatke iz rudarskega katastra so prostori na spletni aplikaciji večinoma prikazani kot poligoni. Nekateri prostori so prikazani samo točkovno, saj za te prostore upravni organ še ni preveril njihovih meja. Stara dovoljenja, ki so bila podlaga za sklenitev prvotnih koncesijskih pogodb, navadno ne navajajo točne omejitve območja, pač pa se sklicujejo na dodatno dokumentacijo.

V preteklosti so dovoljenja za izkoriščanje in raziskovanje izdajali razni uradi, pri čemer pa navadno ni sodeloval nihče od relevantnih strokovnjakov. Posledično je prihajalo v teh dovoljenjih do kar nekaj napak (npr. navedena je napačna mineralna surovina), zato je potrebno navedbe v dokumentih preučiti pred vnosom v aplikacijo.

V prihodnosti nameravamo spletno aplikacijo nadgraditi. Naš cilj je nuditi orodje za celovito podajanje podatkov. S tem se postavljamo ob bok naprednim državam EU z rudarsko tradicijo in dobro organizirano rudarsko javno službo. Svoje izkušnje na tem področju prenašamo tudi v države JV Evrope.

Potres 29. januarja 1917 pri Brežicah**29 January 1917 earthquake near Brežice, Slovenia****Ina Cécić**

Agencija Republike Slovenije za okolje, Urad za seizmologijo,
Ljubljana, Slovenija;
ina.cecic@hgi-cgs.hr

Ob stoletnici brežiškega potresa sta bili narejeni obsežni zgodovinski (Nečak, 2018) in seizmološki raziskavi (Cecić, 2018; Cecić et al., 2018), ki sta prinesli vrsto novih ugotovitev. Potres se je zgodil 29. januarja 1917 ob 8. uri in 22 minut po svetovnem oz. ob 9. uri in 22 minut po lokalnem času. Največjo intenziteto (VIII EMS-98) je dosegel v štirih naseljih: Brežice, Krška vas, Šentlenart in Zakot.

Najpomembnejši podatkovni viri za ocenjevanje intenzitet potresa v ožjem nadžariščnem območju so vsekakor izvirni zapisniki o škodi, ki jih hrani Arhiv RS (ARS). Omogočili so nam natančen vpogled v situacijo na najbolj poškodovanem območju, kot tudi izdelavo statistike poškodb po zahtevah Evropske potresne lestvice (Grünthal, 1998).

Glede na makroseizmične podatke je bilo žarišče potresa en kilometer jugozahodno od središča Brežic. Njegova makroseizmična magnituda (M_m) je 5,0. Potres je zahteval dve smrtni žrtvi, več ljudi je bilo ranjenih. Poškodovanih je bilo več sto hiš.

Po doseženi intenziteti je bil potres 29. januarja 1917 najmočnejši potres v 20. stoletju z žariščem v Sloveniji. Po intenziteti na ozemlju Slovenije je bil od njega močnejši le potres 6. maja 1976, vendar z žariščem zunaj slovenskih meja, v Furlaniji. V Sloveniji je dosegel intenziteto VIII–IX EMS-98 v Podbeli. Po magnitudi ($M_m = 5,3$) se je najmočnejši potres v 20. stoletju z žariščem v Sloveniji zgodil 12. aprila 1998 v zgornjem Posočju, vendar ni dosegel take intenzitete kot brežiški potres. Največjo intenziteto, tj. VII–VIII EMS-98, je dosegel v krajih Lepena, Magozd, Spodnje Drežniške Ravne in Tolminske Ravne.

Popolna novost v tej raziskavi je prvič pripravljena karta potresne škode v Brežicah (Berus, 2017; Cecić, 2018). Le-ta nam nazorno pokaže položaj poškodovanih stavb, njihove značilnosti in stopnjo poškodovanosti. To je prvi korak h grafični predstavitvi obdelanih podatkov v informacijskem sistemu za obdelavo prostorskih podatkov, ki je trenutno v izdelavi na ARSO.

Literatura

- Berus, M. 2017: Kartografska podpora študiji potresa v Brežicah 1917. Diplomsko naloga, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geologijo.
- Cecić, I. (v tisku): Potres pri Brežicah 29. januarja 1917 – makroseizmične raziskave.
- Cecić, I., Nečak, D. & Berus, M. 2018: Ob 101. obletnici brežiškega potresa. Raziskave s področja geodezije in geofizike 2017, Zbornik del SZGG, Ljubljana: 73–84.
- Grünthal, G., ur., 1998: European Macroseismic Scale 1998. Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie, Vol. 15: 99 p.

GURS, 2017a: Katastrski načrt in katastrski podatki zemljiškega katastra. Brežice: Pisarna Geodetske uprave RS.

GURS, 2017b: Reambulančni kataster za k.o. Brežice, Parcelni zapisnik (Parzellen – Protokoll der Gemeinde Brežice). Brežice: Pisarna Geodetske uprave RS.

Heritsch, F. & Schwinner, R. 1919: Über die Drehungen beim Ranner Erdbeben vom 29. Jänner 1917. Mitt. Erdbeben-Komm., N.F. No. 57. Akad. d. Wiss. Wien, Mathem.-naturwiss. Klasse, Wien.

Nečak, D. 2018: Zgodovinar)ski pogled na potres v Brežicah in okolici 29. 1. 1917 (v tisku)

Ribarič, V. 1982: Seizmičnost Slovenije. Publikacije Seizmološkega zavoda SR Slovenije, Serija A, Št. 1-1: 649 p.

Tornquist, A. 1918: Das Erdbeben von Rann an der Save vom 29. Jänner 1927, Erster Teil, Mitteilungen der Erdbeben-Kommission, Neue Folge, Nr. 52, (Kais. Akad. d. Wiss., Math. - naturwiss. Klasse), Wien.

Zapisniki o škodi, sign. Si AS Dež. predsedstvo za Kranjsko POTRESNI SPISL. Arhiv Republike Slovenije, Ljubljana (oznaka ARS).

Nove strukturno geološke ugotovitve na trasi 2. tira Divača–Koper**Investigations for the railway track Divača - Koper: new structural geological findings**

Bogomir Celarc¹, Jernej Jež¹, Adrijan Košir², Marko Vrabec³, Andrej Lapanje¹, Dejan Šram¹ & Simon Mozetič¹

¹ Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

bogomir.celarc@geo-zs.si

² Paleontološki inštitut Ivana Rakovca, ZRC SAZU, Novi trg 2, 1000 Ljubljana, Slovenija;

adrijan@zrc-sazu.si

³ Oddelek za geologijo, UL NTF, Privoz 11, 1000 Ljubljana, Slovenija;

marko.vrabec@geo.ntf.uni-lj.si

V letu 2017 in 2018 je bilo za potrebe dodatnih geoloških raziskav na trasi 2. tira železniške proge Divača–Koper izvedenih deset novih strukturnih vrtin, ki so bile pretežno jedrovane. V njih so se izvajale različne preiskave, od katerih je za strukturno geološko interpretacijo najpomembnejši pregled z optičnim/akustičnim pregledovalnikom (ang. *acoustic and optical televiewer*), s pomočjo katerega poleg naklonov, pridobimo tudi smeri struktur, kar je pri neorientiranem vrtanju bistvenega pomena za interpretacijo.

Vrtina T1-15/17, globine 200 m, na območju vasi Mihele je bila namenjena za preverjanje strukturne zgradbe NE krila Ocizelske brahisinklinale. Glede na geološko kartiranje je bilo predvideno, da kontakt alveolinsko-numulitnega apnenca (ANA/E) in prehodnih plasti (PP/E) vпада strmo (70–80°) proti SW. Novo ugotovljena struktura kaže na precej strm reverzni prelom, ki vпада proti NE,

pri katerem se je v krovninskem bloku razvila obprelomna antiklinala, v talninskem bloku pa obprelomna sinklinala.

Vrtina T2-16/17, globine 250 m, na območju vasi Beka je bila namenjena za preverjanje strukture preko Petrinjskega naravnega preloma, ki je bil ugotovljen na območju Petrinj in v avtocestnem useku pred severnim portalom avtocestnega predora Kastelec. Na teh mestih je na površini terena apnenec ANA/E narinjen na laporovce prehodnih plasti (PP/E). Na območju, kjer to strukturo prečka tunel T2, smo predvidevali, da se ta narivni prelom lateralno nadaljuje in da je fliš narinjen na fliš. Izkazalo se je, da je vrtina presekala proti SW vergirajočo antiklinalo, ki predstavlja del gube napredujočega preloma pred Petrinjskim naravnim prelomom. Prevoj gube in obrat vpada plasti se izredno dobro vidi z akustičnim pregledovalnikom. Prelomna deformacija v tem primeru in v tem preseku ni prišla do površine današnjega terena (kot je to primer pri Petrinjah) ampak je premik kompenziran v obliki izrazite gube v flišu. Niveleta predora torej ne bo prečkala tektonsko deformirane flišne hribine, kot je bilo predvideno v predhodnih raziskavah.

Vrtini T2-19/17 (globina 300 m) in T2-20/17 (globina 150m) na območju Črnega Kala sta bili namenjeni za ugotavljanje položaja naravnega kontakta Črnokalskega naravnega preloma (ANA/E v krovninskem bloku in PP/E v talninskem bloku). Izkazalo se je da je vrtina T2-19/17 v talninskem bloku prešla navzdol z normalnim litološkim kontaktom v ANA/E, kar je glede na prognozo predstavljalo presenečenje, saj smo ugotovili, da »pravi« Črnokalski narivni prelom leži nižje in da narivni kontakt, ki so ga presekale vrtine na območju Črnega Kala ni Črnokalski narivni prelom, ki je tu glavna narivna struktura, ampak narivni prelom, ki ima podobne karakteristike kot višje ležeči Socerbski narivni prelom. Vse kaže, da ta narivnica ni več aktivna, ker je premaknjena ob »pravem« Črnokalskem narivu, nagubana in tudi narivni kontakt je popolnoma litificiran (zlepljen oziroma »zapečen«).

Novo ugotovljene strukturno geološke razmere torej boljše pojasnjujejo mehanizme narivanja na tem območju in potrjujejo njegovo večfaznost.

Napovedovanje trenda pojavov novodobnih onesnaževal v sledovih v podzemni vodi

Forecasting of trends of emerging pollutants in low concentrations in groundwater

Sonja Cerar¹, Joerg Prestor¹, Brigita Jamnik², Primož Auersperger², Simona Pestotnik¹ & Petra Meglič¹

¹ Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

sonja.cerar@geo-zs.si

² JP Vodovod-kanalizacija, Vodovodna cesta 90, 1000 Ljubljana, Slovenija;

brigita.jamnik@vo-ka.si

Skupni monitoring kakovosti podzemne vode, ki ga izvajajo VO-KA Ljubljana, MOL in ARSO, je v zadnjem desetletju pokazal, da se v podzemni vodi v zaznavnih koncentracijah pojavljajo novodobna onesnaževala kot so nonilfenol, acetilsalicilna kislina, bisfenol A, di-(2-etilheksil)-ftalat, dibutil ftalat, diklofenak, estradiol, estron, karbamazepin, 2-metil-2H-benzotriazol, 2,4-dimetil-2H-benzotriazol, kofein, propranolol, sulfametoksazol in teofilin. Pravilnik o pitni vodi (UL RS, št. 74/15 in 51/17) opredeljuje 50 mg/l nitrata kot mejno vrednost onesnaževala v pitni vodi, sodobna onesnaževala, kot so farmacevtske učinkovine, hormonski motilci in drugi ostanki uporabe kemikalij v splošni rabi pa mejnih vrednosti nimajo niti dokumentih Svetovne zdravstvene organizacije. Mejne vrednosti za nekatere od novodobnih onesnaževal so predvidene v reviziji EU Direktive o pitni vodi (prenovitev Direktive evropskega parlamenta in sveta o kakovosti vode, namenjene za prehrano ljudi 98/83/EC, 1. 2. 2018) in so postavljene pri koncentraciji od 0,001 µg/l do 0,3 µg/l.

Med temi onesnaževali je bila za karbamazepin že za obdobje 2005 do 2011 ugotovljena značilna prostorska razporeditev v vodonosniku Ljubljanskega polja, podobna oblaku onesnaženja z nitratom (Jamnik et al., 2014), ki pa se nadaljuje tudi danes. Za ostala onesnaževala bo še potrebno ugotoviti, ali so lahko značilni pokazatelji izvora onesnaženja. Glavni oblak onesnaženja iz izgub iz kanalizacije, h kateremu prispeva tudi onesnaženje iz kmetijske dejavnosti z območja zahodnega roba vodonosnika Ljubljanskega polja, se širi od Dravelj preko Šiške in nato Bežigrada ter naprej med Mostami in Novimi Jaršami proti Zadobrovi in Novem Polju.

Pojav novodobnih organskih onesnaževal v podzemni vodi je danes lahko bolj zaskrbljujoč z okoljskega vidika kot onesnaženje z nitratom. Zniževanje vsebnosti nitrata v podzemni vodi pomeni namreč tudi posledično omejevanje naraščanja vsebnosti novodobnih onesnaževal, ki so prav tako kot nitrat, deloma posledica izgub iz kanalizacije, industrije ali iz kmetijske dejavnosti. Zaradi tega skušamo s sodobnimi raziskavami ugotavljati, katera onesnaževala so značilni pokazatelji izgub iz kanalizacije in katera vplivov iz kmetijstva. Za izgube iz kanalizacije so

značilna predvsem farmacevtska sredstva, medtem ko značilne vplive iz kmetijstva lahko kažejo predvsem novi pesticidi kot nadomestki za stare prepovedane pesticide in veterinarska zdravila.

Eno najzanimivejših vprašanj je, kakšen trend vsebnosti onesnaževal lahko napovemo za naslednje desetletje oziroma kaj je treba storiti za upadanje trenda, ter kakšni so lahko realni cilji za naslednje obdobje 2021–2027 in do leta 2050. Ukrepi za nadaljnje zniževanje vsebnosti nitrata v podzemni vodi pa so pomembni ravno za zmanjševanje morebitnega trenda vsebnosti novodobnih onesnaževal, ki ga danes dejansko še ne poznamo.

Trende teh onesnaževal skušamo danes šele čim bolj ugotoviti in prepoznati med njimi značilne kazalce posameznih virov onesnaženj, kot na primer, karbamazepin za kanalizacijo. Prepoznavanje izvorov je pomembno za pravilno določanje kritičnih točk in odločanje za izvedbo ukrepov.

Literatura

Jamnik, B., Janža, M., Smrekar, A., Breg Valjavec, M., Cerar, S., Cosma, C., Hribernik, K., Krivic, M., Meglič, P., Pestotnik, S., Piepenbrink, M., Podboj, M., Polajnar Horvat, K., Prestor, J., Schüth, C., Šinigoj, J., Šram, D., Urbanc, J. & Žibret, G. 2014: Skrb za pitno vodo. Geografija Slovenije, 31: 124 p.

Pliensbachijski radiolariji z Rettensteina (Severne Apneniške Alpe, Avstrija)

Pliensbachian radiolarians from Mt. Rettenstein (Northern Calcareous Alps, Austria)

Tim Cifer¹, Špela Goričan¹, Hans-Jürgen Gawlick² & Matthias Auer²

¹ ZRC SAZU, Paleontološki inštitut Ivana Rakovca, Novi trg 2, 1000 Ljubljana, Slovenia;
tim.cifer@zrc-sazu.si,
spela@zrc-sazu.si

² Montanuniversität Leoben, Department of Applied Geosciences and Geophysics, Peter-Tunner-Straße 5, 8000 Leoben, Austria;
hans-juergen.gawlick@unileoben.ac.at,
das_auerli@web.de

Spodnjejurski, še posebej plienschbachijski, radiolariji so na območju zahodne Tetide zelo redki. Posamezni vzorci z dobro ohranjenimi radiolariji so bili do sedaj opisani samo iz apnencev alohtona Gümüşlü v Turčiji in formacije Dürnberg v Severnih Apneniških Alpah v Avstriji. Neprekinjeno zaporedje z dobro ohranjenimi radiolariji je bilo opisano le na otokih Haida Gwaii v Britanski Kolumbiji v Kanadi. V spodnjejurskih apnencih na Rettensteinu smo našli več vzorcev z raznolikimi in dobro ohranjenimi radiolarijskimi združbami. Z raziskavami bomo pridobili nove podatke o stratigrafski razširjenosti taksonov ter primerjali združbe nižjih paleogeografskih širin (Tetida) z združbami v sre-

dnjem severnem paleogeografskem pasu (Haida Gwaii). Natančno določena starost z radiolariji bo pomembna za boljše poznavanje geološke zgradbe Rettensteina.

Rettenstein je gora na južnem robu Severnih Apneniških Alp v bližini Salzburga. Popolno zaporedje spodnje- do zgornjejurskih sedimentov je narinjeno na srednjejurski hallstattski melanž. Profil se začne s 60 metrov debelim zaporedjem lapornih in delno silicificiranih plastovitih apnencev (sinemurij-spodnji plienschbachij), ki postajajo proti vrhu vedno bolj karbonatni. Sledi hiter prehod v rdeče laporje in rdeče laporne apnenice formacije Adnet, ki je bogata z amoniti. Ti so pokazali starost od spodnjega plienschbachija na dnu formacije do spodnjega toarcijskega vrhu formacije (Meister et al., 1993). Sledi stratigrafska vrzel in nato kondenzirani bajocijski apnenici formacije Klaus z bositrmi in protoglobigerinami. Tem sledijo bathonijski do oxfordijski radiolariti, ki pripadajo grupi radiolaritov Ruhpolding. Nad njimi so kimmeridgijski do tithonijski plitvodni apnenici formacije Plassen, ki se začne s tankim zaporedjem breč pobočnega faciesa (Auer et al., 2009).

Za proučevanje radiolarijev smo izbrali pet vzorcev z južne in en vzorec z zahodne strani Rettensteina. Do sedaj smo določili 71 vrst, ki pripadajo 34 rodovom. Na podlagi prvega pojava vrst *Bipedis fannini* Carter, *Canoptum anulatum* Pessagno & Poisson in *Noritus lillihornensis* Pessagno & Whalen ter zadnjega pojava vrst *Cyclastrum scammonense* Whalen & Carter in *Cyclastrum veracruzense* Whalen & Carter so bili štiri vzorci uvrščeni v spodnjeplienschbachijsko cono *Zartus mostleri* – *Pseudoristola megaglobosa*. Dva vzorca sta bila uvrščena manj natančno v dve spodnjeplienschbachijski coni *Z. mostleri* – *P. megaglobosa* ali *Hsuum mulleri* – *Trillus elkhornensis* z vrstami *Lantus obesus* (Yeh), *Lantus praeobesus* Carter in *Praeconocaryomma whiteavesi* Carter. Nekateri izmed določenih taksonov še niso bili opisani v vzorcih te starosti. Ti taksoni so *Tozerium* Whalen & Carter, *Ares sutherlandi* Whalen & Carter, *Cuniculiformis plinius* De Wever, *Gorgansium morganiense* Pessagno & Blome, *Xiphostylus simplex* Yeh in *Empirea hasta* Whalen & Carter.

Literatura

Auer, M., Gawlick, H.-J., Suzuki, H. & Schlagintweit, F. 2009: Spatial and temporal development of siliceous basin and shallow-water carbonate sedimentation in Oxfordian Northern Calcareous Alps. *Facies*, 55: 63-87.

Meister, C. & Böhm, F. 1993: Austroalpine Liassic Ammonites from the Adnet Formation (Northern Calcareous Alps). *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, 136: 163-211.

Recent updates to the geochronological constraints in the Krško basin and surrounding region

Novosti v geokronologiji Krške kotline in njene okolice

Michael Logan Cline¹, Jure Atanackov², Miloš Bavec²,
Michael Cline¹, Igor Rižnar³, Petra Jamšek Rupnik²,
Sally Lowick¹, Tammy Rittenour⁴ &
Richard Quittmeyer¹

¹ RIZZO International, Rizzo International, 500 Penn Center
Boulevard, Pittsburgh, PA 15235, USA;
mlogan.cline@rizzoassoc.com

² Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14,
1000 Ljubljana, Slovenia

³ Geološke ekspertize Igor Rižnar s.p., Ulica bratov Martinec
40, 1000 Ljubljana, Slovenia

⁴ Utah State Luminescence Lab, Logan UT, United States

Recent tectonic geomorphic and geochronological investigations address challenges associated with low slip-rate faults and provide an improved understanding of tectonic activity in the Krško basin, Slovenia. The Krško basin, which is located in the southern part of the Sava Compressive Wedge, is tectonically responding to generally N-S convergence of the Adriatic Microplate and the European Plate. Shortening of the Sava Compressive Wedge is also recognized in contemporary data, including reverse and transpressional earthquake focal mechanisms and regional geodetic data. There are numerous faults mapped and inferred in the basin and surrounding hills, but their activity is not well constrained due to a number of important factors that can be summed into three categories: [1] the faults have presumably low slip rates ($<0.1 \text{ mm a}^{-1}$); [2] there are sparse geochronological data (historically biased towards the latest Pleistocene and Holocene); and [3], Quaternary climate-driven geomorphic processes impose a strong imprint on the landscape, eroding or otherwise obscuring surface evidence of faulting; and [4], presence of a regional unconformity, where only remnant middle and early Pleistocene sediments exist. This paper addresses challenge [2] by providing significant updates to the geochronology, with a particular emphasis on middle-late Quaternary sediments. We report new ages based on paired $^{26}\text{Al}/^{10}\text{Be}$ CRN burial, ^{10}Be CRN depth profiling, OSL, IRSL, pIR-IRSL, and AMS ^{14}C dating methods. The new ages are derived from a combination of deep and shallow boreholes, and paleoseismic, exploratory trenches. Furthermore, the new cosmogenic ages account for muon production of CRNs, which allows us to more tightly constrain several ages, as well as past ages reported in the region. Resulting from this updated geochronology, significant headway has been made in our ability to constrain the timing and rates of tectonic and geomorphic processes.

Facies and biostratigraphy of the latest Maastrichtian to earliest Palaeocene platform carbonates of the Island of Brač (Croatia)

Facies in biostratigrafija najmlajših maastrichtijskih in najzgodnejših paleocenskih platformskih karbonatov otoka Brača (Hrvaška)

Blanka Cvetko Tešović¹, Maja Martinuš¹ & Igor Vlahović²

¹ University of Zagreb, Faculty of Science, Horvatovac 102a,
10000 Zagreb, Croatia;
bcvetko@geol.pmf.hr,
maja.martinus@geol.pmf.hr

² University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering, Pierottijeva 6, 10000 Zagreb, Croatia;
igor.vlahovic@rgn.hr

Regional Cretaceous/Palaeogene (K/Pg) emergence of the Adriatic Carbonate Platform (AdCP) was of variable duration and emergence in its southern part commenced mostly in Santonian. However, in farthest NW parts of the platform sedimentation was already recognized to be more or less continuous across the K/Pg boundary, and the same was confirmed in the studied Likva Cove section (island of Brač).

The Maastrichtian–Palaeocene Likva section was examined to reconstruct environmental changes and describe coral patch reefs across the K/Pg transition. A continuous, 50-m-thick section of shallow-water platform carbonates encompassing the K/Pg boundary was studied to determine biostratigraphy of larger benthic and planktonic foraminifera, microfossils, sedimentology, and geochemistry (strontium-isotope stratigraphy). The boundary is constrained between the last occurrence of Maastrichtian larger benthic foraminifera and the first occurrence of Danian planktonic and benthic foraminifera. Studied interval does not show clear sedimentary and biostratigraphic evidence of a possible short-lasting hiatus at the K/Pg boundary; however, it is characterized by soft sediment bioturbation and a 2-cm-thick reddish-brown clayey mudstone.

The Cretaceous strata comprise: (1) lower part made of wackestone and floatstone with rudist fragments, peloids, ostracods, benthic foraminifera, and fenestral laminites deposited in low-energy restricted shallow subtidal and intertidal environments; (2) middle part containing similar rocks but with several levels indicating short-lasting subaerial exposures followed by small coral patch reefs with preserved globular and domal growth fabrics; and (3) upper part composed of laminated fenestral micritic limestones with peloids, ostracods, discorids, and rare thin-shelled rudist fragments overlain by grain-supported limestones with miliolids, peloids and intraclasts immediately below the K/Pg boundary level, indicating higher energy shallow subtidal conditions. Benthic foraminifera assemblage (*Rhapydionina liburnica*, *Laffiteina mengaudi*, *Fleuryana adriatica*, *Bolivinaopsis* spp., *Cuvillierina* aff. *salentina*, *Dargenioella* sp.) as well as iso-

tope dating confirm the latest Maastrichtian age.

Latest Cretaceous beds are covered by Palaeocene burrowed micritic limestones with discorids, ostracods and very rare planktonic foraminifera as a consequence of short episode of more open marine influence. Planktonic foraminifera (*Eoglobigerina* sp., *Parasubotina* sp., *Praemurica* sp., *Globanomalina* sp.) tentatively indicate basal Danian Zones P0–P. Above this only 2 m thick horizon with pelagic influence (probably indicating short-term sediment starvation rather than deepening of the environment), a sudden return to micritic limestones with discorids, ostracods and charophytes indicates re-establishment of low-energy shallow subtidal conditions with nearshore brackish and freshwater influence and benthic foraminifera assemblage (*Bangiana hansenii*, *Valvulina triangularis*, *Kayseriella* sp., *Kartalina* sp.), and confirms SBZ 1. Top of the section comprises the largest and best developed coral patch reef exposed and karstified during following relatively long regional exposure event between these oldest Palaeocene and the overlying Palaeocene/Eocene deposits.

The Likva section with prolonged shallow-marine deposition across the K/Pg boundary is important addition to the knowledge on the AdCP, indicating that its upper stratigraphic limit should be locally extended to include Palaeocene deposits capped by regional emergence.

Uporaba georadarja pri raziskavah brezstropih jam

Application of ground penetrating radar for unroofed caves detection

Teja Čeru¹, Ela Šegina², Martin Knez³, Čedomir Benac⁴,
Matej Dolenc¹ & Andrej Gosar^{1,5}

¹ Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta,
Aškerčeva 12, 1000 Ljubljana, Slovenija;
teja.ceru@ntf.uni-lj.si

² Gogalova 3, 4000 Kranj, Slovenija;
ela.segina@gmail.com

³ Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, Titov trg 2, 6230
Postojna, Slovenija;
knez@zrc-sazu.si

⁴ Univerza v Rijeki, Fakulteta za gradbeništvo,
Radmile Matejčić 3, 51000 Rijeka, Hrvaška;
cbenac@gradri.uniri.hr

⁵ Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo in geologijo,
Vojkova 1b, 1000 Ljubljana, Slovenija;
andrej.gosar@gov.si

Brezstropne oz. denudirane jame so posledica zniževanja površja zaradi raztapljanja karbonatnih kamnin in so ostanki nekdanjih podzemnih oblik, ki se danes kažejo v površju na različne načine. Če površje zaradi denudacije prereže vodoraven jamski sistem, dobimo razpotegnjene depresije, jarke, podolgovate vrtače ali niz vrtač oz. brezna, če denudacija prereže navpični del jamskega sistema

(Mihevc, 2015). O pojavu brezstropnih jam govorimo tudi takrat, ko te morfološko niso izražene, a na površju tekom denudacije ostanejo nekoč odloženi jamski sedimenti kot so siga in ostali alohtoni fluvialni sedimenti nekoč odloženi v podzemnem jamskem sistemu (Mihevc, 2015). Zaradi intenzivnih površinskih procesov, avtohtoni in alohtoni jamski sedimenti kot dokaz za obstoj brezstropnih jam na površju velikokrat niso prisotni, zato uporaba georadarja lahko pripomore k pridobivanju podpovršinskih in površinskih povezav med posameznimi segmenti brezstropne jame.

Georadar smo kot komplementarno metodo uporabili pri raziskavah brezstropnih jam v različnih kraških pokrajinah. Na otoku Krku smo določili 4 km dolg brezstropni jamski sistem, kjer smo našli podzemno nadaljevanje in opredelili območje med denudiranim in podzemnim delom jame kot prehodno območje (*«transition zone»*) (Čeru et al., 2018). Poleg tega smo zaznali povezave med različnimi površinskimi oblikami, ki so na radargramih vidna kot območja večjega dušenja signala, kar pomeni, da je za te povezave značilna večja debelina sedimentov. Na podlagi georadarskih podatkov in terenskega pregleda smo lahko te površinske oblike različnih oblik in dimenzij definirali, kar je pripomoglo k boljšemu razumevanju kraškega razvoja na tem območju.

Obsežnejše raziskave smo izvedli tudi na območju Laz (severni rob Planinskega polja), kjer smo raziskovali možnosti georadarja za zaznavanja jamskih sedimentov. Meritve smo v prvi fazi raziskave izvedli na območjih, kjer je bila prisotnost jamskih sedimentov določena na podlagi neposrednih dokazov za obstoj le-teh. Ugotovili smo, da se jamski sedimenti jasno odražajo na radargramih, zato smo meritve načrtovali tudi na mestih, kjer na površju ni bilo neposrednih indikatorjev za njihovo prisotnost. S pomočjo georadarskih rezultatov in terenskim kartiranjem smo tako lažje našli povezave med različnimi oblikami v sicer zelo kompleksnem in zahtevnem kraškem terenu (Čeru et al., 2018).

Poleg številnih aplikacij, ki jih ponuja georadar, se je ta izkazal kot zelo uporaben tudi pri raziskavah brezstropnih jam. Z dobro načrtovanimi georadarskimi profili lahko odkrivamo podzemna nadaljevanja brezstropnih jam in podpovršinske povezave, kar je ključnega pomena pri rekonstrukciji različnih površinskih segmentov v celovit brezstropni jamski sistem.

Literatura

Mihevc, A. 2015: Uporaba lidarskih posnetkov v geomorfologiji krasa na primeru brezstropnih jam. Zbornik posvetovanja Raziskave s področja geodezije in geofizike 2015. Slovensko združenje za geodezijo in geofiziko, Ljubljana: 141–49.

Čeru, T., Šegina, E., Knez, M., Benac, Č. & Gosar, A. 2018: Detecting and characterizing unroofed caves by ground penetrating radar. *Geomorphology*, 303: 524–539, doi:10.1016/j.geomorph.2017.11.004.

Čeru, T., Dolenc, M. & Gosar, A. 2018: Application of Ground Penetrating Radar Supported by Mineralogical-Geochemical Methods for Mapping Unroofed Cave Sediments. *Remote Sensing*, 10: 639, doi:10.3390/rs10040639.

Fosilni proboscidi iz Šaleške doline

Fossil proboscideans from the Šalek valley

Irena Debeljak

Paleontološki inštitut Ivana Rakovca ZRC SAZU, Novi trg 2,
1000 Ljubljana, Slovenija;
IrenaDe@zrc-sazu.si

Leta 1964 so v krovni velenjskega premogovnika pod vasjo Škale odkrili fosilne ostanke proboscidov, ki smo jih nekoč imenovali mastodonti. Letos mineva natanko 50 let, odkar so bili ti ostanki prvič znanstveno obdelani (Rakovec, 1968). Pripadajo dvema različnima oblikama proboscidov: anancidom vrste *Anancus arvernensis* in mamutidom vrste *Mammuthus (Zygolophodon) borsoni*. Eni in drugi so le daljni sorodniki. Izraz mastodont danes praviloma uporabljamo le še za rod *Mammuthus*.

Rod *Anancus* je bil ob koncu miocena, v pliocenu in deloma tudi začetnem delu pleistocena razširjen po vsej Evraziji in Afriki. Za razliko od svojih prednikov gomfoterijev je imel že zelo moderno zgradbo lobanje, s kratko spodnjo čeljustjo in izrazito visokim, izbočenim lobanjskim svodom, ki spominja na slone. Anankusi so imeli le še zgornja dva okla, ki sta bila izrazito ravna, bolj ali manj vzporedna in dolga okoli 3 metre. Večinoma so živeli v gozdovih, kjer so se prehranjevali z vsem, kar je bilo tam na voljo: z listjem, mladimi vejnatimi poganjki, sadjem, semeni, lubjem in deloma tudi s travo. Poleg tega so izkopavali gomolje in korenine, pri čemer so si lahko pomagali z okli, ki so jih sicer uporabljali tudi pri obrambi. Predstavniki vrste *Anancus arvernensis* so bili s plečno višino 3–3,5 metrov veliki podobno kot današnji afriški sloni.

Mammuthus (Zygolophodon) borsoni, imenovan tudi evrazijski ali Borsonov mastodont, je bil bistveno večji, eden največjih kopenskih sesalcev vseh časov sploh. Plečna višina povprečnih samcev naj bi znašala 4,2 metra, teža pa 16 ton. Pri tej vrsti so še posebej markantni ekstremno dolgi, vitki, skoraj ravni zgornji okli, ki so lahko merili 5 metrov in več. To so bili najdaljši zobje vseh časov. Poleg dolgih zgornjih oklov so imele te živali še zakrnel, nefunkcionalen par spodnjih sekalcev. Glava je bila značilno nizka in dolga. To so bile gozdne živali, ki so se večinoma prehranjevale z mehkim, sočnim listjem. Fosilni ostanki Borsonovih mastodontov so povsod po Evropi bistveno redkejši kot ostanki anankusov. V Sloveniji so bili do zdaj odkriti le v Škalah. Ta najdba je še toliko bolj dragocena, ker je ohranjen velik del skeleta. Gre za še nedoraslega samca, ki bi, sodeč po velikosti zob, v plečih lahko presegel višino 5 metrov.

Iz trenutno razpoložljivih stratigrafskih in paleontoloških podatkov sklepamo, da fosilni ostanki proboscidov iz okolice Velenja izvirajo iz zgornjega pliocena in so stari nekje med 3,5–2,6 milijona let. To obdobje ustreza biokronološki enoti spodnji villafranchij oz. sesalski coni MN 16. Velenjska kotlina je bila takrat deloma zamočvirjena in morda tudi ojezerjena. V širši okolici so bujno uspevali

vlažni, toploljubni gozdovi, ki so jih vsaj deloma sestavljali tudi zimzeleni listavci. Lokalne populacije trobčarjev so lahko v tej pokrajini našle dovolj hrane vse leto.

Literatura

Rakovec, I. 1968: O mastodontih iz Šaleške doline. (The Mastodonts from the Šalek Valley). Razprave IV. razreda SAZU, 11: 299–350.

Mineral resources potential of the Republic of Srpska

Mineralni viri potenciala Republike Srpske

Evica Divković-Golić, Boban Jolović & Spasoje Glavaš

Geological Survey of the Republic of Srpska, Vuka Karadžića
148b, 75400 Zvornik, The Republic of Srpska, Bosnia and
Herzegovina;
geozavodrs@teol.net

Significant mineral resources potential was indicated, especially in the last 50 years, in the territory of the Republic of Srpska. It is important to emphasize that today mineral resources in RS, in accordance with domestic legal policy, include beside metallic, non-metallic, energetic mineral resources (also oil) and groundwater. Majority of the deposits and the occurrences were indicated during the project »The Basic Geological Map of SFRY 1:100000«, carried out in the period 1958–1980. This project covered also today territory of the Republic of Srpska. The total number of registered mineral resources is more than 60. From this number 19 are metallic, with more than 30 discovered deposits and more than 100 occurrences. Some of these deposits are explored in details and exploitation is very intensive this days. Most important for national economy, at this moment, are iron, lead, zinc and bauxite. Intensive exploitation of lead and zinc is conducted in the Tertiary magmatic region of Srebrenica, iron in Prijedor Paleozoic area and bauxite of the Mesozoic age in Eastern Republic of Srpska, near to Milići and Srebrenica.

In accordance with official data for 2015 production of iron was 2,122,802 tons, 24,310 tons of lead and zinc and 573,301 tons of bauxite annually. Current explorations of lead and zinc near to Foča, in border belt with Montenegro, are very promising, antimony around Novo Goražde as well. Further, more than 35 non-metallic mineral resources were registered, including different kind of coals.

Coal has huge importance for the national energy sector and provides base for electricity production in three thermal power plants (Gacko, Ugljevik and Stanari). In Gacko and Ugljevik, whose owner is government, installed capacity is 600 MW. Thermal power plant in Stanari, of installed capacity 300 MW, is the first one in private ownership and use lignite from adjacent coal mine. Production of lignite for 2015 was 3,791,578 tons and 2,296,360 tons of brown coal. More than 50 quarries of limestone, dolo-

mite and igneous rocks operate in RS. Drinking, thermal and mineral water represent important resource for the economy as well, mostly for health care and tourism sector, rarely for heating sector and gas extraction. In industry sale mineral resources take share of 5.3%. From this number metals take 3%, coal 1.6% and 0.7% belongs to non-metallic mineral resources. But there are still numerous occurrences of mineral resources not explored in detail yet. These mineral resources represent one of the key additional values for the national economy in the future. There are occurrences of antimony, nickel, cobalt, copper, zeolite, manganese, quartz sand, gypsum etc should be explored in detail to determine their socio-economic importance.

References

- Čičković, R. 2016: Statistical Yearbook of Republika Srpska, second corrected release. Institute of Statistics of the Republic of Srpska, Banja Luka: 310–316.
- Mitrović, D., Gajić, L.J. & Divković-Golić, E. 2011: Mineral resources of the Republic of Srpska, Geological Survey of the Republic of Srpska, Zvornik.

A reappraisal of the Paleogene index species of the genus *Alveolina* from the Adriatic region

Ponovna uporaba paleogenskih vodilnih vrst iz rodu *Alveolina* na jadranskem območju

Katica Drobne¹, Johannes Pignatti²,
Haris Ibrahimpasić³, Vlasta Čosović⁴,
Beatrice Fornaciari⁵, Cesare A. Papazzoni⁵,
Nevio Pugliese⁶ & Mladen Trutin⁷

¹ ZRC SAZU, Novi trg 2, 1000 Ljubljana, Slovenia;
katica.drobne@zrc-sazu.si

² Dipart.Sci. della Terra, Univ.degli Studi di Roma «La Sapienza», Piazzale A. Moro 5, 00185 Roma, Italy;
johannes.pignatti@uniroma1.it

³ INA d.d., Exploration Projects Dept., V. Holjevca 10, 10020 Zagreb, Croatia;
hibrahimpasic@gmail.com

⁴ Depart. of Geology, Faculty of Sci., Horvatovac 102a, 10000 Zagreb, Croatia;
vcosovic@geol.pmf.hr

⁵ Univ. of Modena and Reggio Emilia, Depart. of Chemical and Geol. Sci., Via Campi 103, 41125 Modena, Italy;
beatrice.fornaciari@unimore.it,
papazzoni@unimore.it

⁶ Depart. of Mathematics and Geoscience, Univ. of Trieste, Via Edoardo Weiss 2, 34128 Trieste, Italy;
npugliese712@gmail.com

⁷ Trnsko 7c, 10000 Zagreb, Croatia

This year (2018) we celebrate the 20th anniversary of the publication the 'Larger foraminiferal biostratigraphy of the Tethyan Paleocene and Eocene' by Serra-Kiel and co-authors (1998), well-known for introducing 20 SBZ (= Shallow Benthic Zones), ranging from K/Pg boundary up to the Eocene/Oligocene boundary. This standart Paleo-

gene biozonation is based on 400 index taxa of alveolinids (99), nummulitids (120), assilinas (41), orthophragminids (71), agglutinated species (14), porcelaneous species (24) and hyaline species (31) and is widely used from the Western Mediterranean Neo-Tethys to Assam and Tibet.

The present work focusses on the alveolinids of the Adriatic region, from the outcrops in the NW (Mt. Lessini, Friuli, Karst, Istria) towards the SE (Dalmatia, Herzegovina) and the Gargano Peninsula in Italy. It is based on various studies on alveolinids by K. Drobne et al. (2009), by H. Ibrahimpasić (2012) and on unpublished work on the assemblages of NE Italy.

According to the data of Hottinger (1960) for the N and NE Italy, we prepared a table of revised species for the SBZ 4, SBZ 11, SBZ 12, SBZ 13, SBZ 14 and SBZ 17. 25 species are recorded, out of which 7 were described by G. Checchia-Rispoli and 8 by L. Hottinger. K. Drobne (1977) the 'Hauptalveolinenkalk' of G. Stache on the Karst, Čičarija, Istria and Kvarner areas. 94 species of *Alveolina* have been recorded, of which 23 were described first from this region, including *A. laxa* Hottinger and *A. triestina* Hottinger. The alveolinids were collected from 20 key-sections and outcrops, and possess index value for the Thanetian-Bartonian interval on the chronostratigraphic scale (Serra-Kiel et al., 1998). The same assemblages also occur in Dalmatia and Herzegovina (Drobne et al., 2011).

As a side issue, and with a global perspective, we also plan a digital update (1998-2018) to the 'Paleogene Larger Foraminifera – Reference List' by J. Pignatti (1998). This publication, listing 4770 works dealing with Paleogene larger foraminifera, is also celebrating its 20th anniversary. We maintain that an update will be useful to larger foraminiferal workers worldwide.

References

- Drobne, K., 1977: Alvéolines paléogènes de la Slovénie et de l'Istrie. Schweizerische Paläontologische Abhandlungen, 99: 1-132, 21 pls.
- Drobne, K., Čosović, V., Moro, A. & Bucković, D., 2011: The role of the Palaeogene Adriatic carbonate platform in the spatial distribution of Alveolids. Turkish J. Earth Sci., 20: 721-751, 8 figs, 3 pls.
- Drobne, K., Ogorelec, B., Pavšič, J. & Pavlovec, R., 2009: 6.2, Paleocene and Eocene in SW Slovenia, In: Pleničar, M., Ogorelec, B. & Novak, M. (eds.): The Geology of Slovenia. Geološki zavod Slovenije: 311-372, Figs. 6.2.1-26.
- Hottinger, L. 1960: Recherches sur les Alvéolines du Paléocène et de l'Éocène. Schweizerische Paläontologische Abhandlungen, 75/76: 1-243, 18 pls.
- Ibrahimpasić, H. 2012: Taxonomy, palaeoecology and biostratigraphy of Paleogene alveolinids from NW and central part of the Ad-Di CP. Doc. thesis, unpubl., Univ. of Zagreb, Fac. of Sci., Depart. of Geology, XXII: 147 pp., 54 Pls.
- Pignatti, J. S. 1998: Paleogene Larger foraminifera. Reference List. In: Drobne, K. & Hottinger, L. (eds.), Paleogene shallow benthos of the Tethys 1. Dela SAZU, 4. razr. 34/1: 298 pp.
- Serra-Kiel et al 15 co-authors. 1998: Larger foraminiferal biostratigraphy of the Tethyan Paleocene and Eocene. Bulletin de la Société géologique de France, 169: 281-299.

Ugotavljanje preteklega onesnaževanja v mestnem okolju z analizo podstrešnega prahu, primer Maribora

Determination of past pollution in urban environment by attic dust analysis, Maribor case study

Martin Gaberšek, Mateja Gosar & Miloš Miler

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

martin.gabersek@geo-zs.si,

mateja.gosar@geo-zs.si,

milos.miler@geo-zs.si

Podstrešni prah je zelo dobro vzorčno sredstvo za ugotavljanje preteklega onesnaževanja ozrača s potencialno strupenimi elementi (PSE) (Davis & Gulson, 2005; Šajn, 1999, 2003; Völgyesi et al., 2014). Gre za tip prahu, ki se odlaga na neposeljenih in opučenih podstrešjih. Izvira predvsem iz zunanjih virov, tako naravnih (npr. prašenje tal) kot antropogenih (npr. izgorevanje fosilnih goriv), in v manjši meri iz virov znotraj zgradb oz. gospodinjstev aktivnosti (Šajn, 2003). Trdni delci, ki so lahko nosilci PSE, vstopijo na podstrešja skozi majhne odprtine v strehi, razpoke, okna in druge odprtine na zgradbi. Na podstrešjih ti delci niso podvrženi neposrednim vremenskim vplivom in aktivnostim prebivalcev, zato se odlagajo in ohranjajo skozi daljše časovno obdobje. Dolgotrajno in nemoteno odlaganje podstrešnega prahu predstavlja njegovo glavno značilnost in tudi prednost pred nekaterimi drugimi tipi urbanih prahov, kot je npr. cestni prah, ki se zlahka resuspendira v ozračje ali ga izperejo padavine (Völgyesi, 2014). Njegova stabilnost omogoča posreden vpogled v onesnaževanje ozračja oz. okolja od izgradnje stavbe do časa vzorčenja.

Maribor je bil v preteklosti eno izmed najpomembnejših industrijskih središč tako Slovenije kot Jugoslavije. Močno razviti sta bili predvsem kovinska in tekstilna industrija. Podstrešni prah v Mariboru je bil prvič preučevan leta 1996, ko so ga, v okviru raziskave urbanih sedimentov Slovenije, vzorčili na 4 lokacijah (Šajn, 1999). Da bi natančneje ocenili morebitno preteklo onesnaževanje okolja s PSE v Mariboru in spoznali vire, smo vzorčili podstrešni prah na neposeljenih podstrešjih v 19 zgradbah, starejših od 60 let. Vzorce smo posušili pri 35 °C in presejali pod 0,063 mm. Celotne vsebnosti kemijskih elementov so bile določene z ICP-MS po razklopu z zlatotopko. Pomemben del raziskav je predstavljala analiza izbranih vzorcev s SEM/EDS, s čimer smo pridobili podatke o morfologiji, obliki, velikosti, kemični in deloma mineralni sestavi posameznih delcev.

Rezultati analiz so pokazali, da obstajajo razlike v vsebnostih nekaterih elementov in oblikah trdnih delcev, v katerih ti elementi nastopajo, med posameznimi predeli mesta. Kaže, da so nekatere razlike posledica različne industrijske dejavnosti, predvsem pretekle; npr. najvišje vsebnosti Cu (2115 mg/kg) in Zn (6269 mg/kg) smo ugotovili v bližini livarne v Melju, najvišje vsebnosti Cr, Fe, Mo, Ni in W pa smo zaznali v bližini nekdanje tovarne TAM na Teznem.

Literatura

Davis, J.J. & Gulson, B.L. 2005: Ceiling (attic) dust: A "museum" of contamination and potential hazard. *Environ. Res.*, 99: 177–194, doi:10.1016/j.envres.2004.10.011.

Šajn, R. 1999: Geokemične lastnosti urbanih sedimentov na ozemlju Slovenije. Geološki zavod Slovenije: 136 p.

Šajn, R. 2003: Distribution of chemical elements in attic dust and soil as reflection of lithology and anthropogenic influence in Slovenia. *J. Phys.*, IV, 107: 1173–1176, doi:10.1051/jp4:20030509.

Völgyesi, P., Jordan, G., Zacháry, D., Szabó, C., Bartha, A. & Matschullat, J. 2014: Attic dust reflects long-term airborne contamination of an industrial area: A case study from Ajka, Hungary. *Appl. Geochem.*, 46: 19–29, doi:10.1016/j.apgeochem.2014.03.010.

Massive "Cordevolian" limestone from Lesno Brdo, central Slovenia

Masivni "Cordevolski" apnenec Lesnega Brda

Luka Gale^{1,2}, Camille Peybernes³, Bogomir Celarc², Manca Hočevvar⁴ & Rossana Martini³

¹ Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, Aškerčeva 12, 1000 Ljubljana, Slovenija; *luka.gale@ntf.uni-lj.si*

² Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija; *bogomir.celarc@geo-zs.si*

³ University of Geneva, Department of Earth Sciences, Rue des Maraichers 13, 1205 Geneva, Switzerland; *rossana.martini@unige.ch*, *camille.peybernes@unige.ch*

⁴ Ulica Malči Beličeve 69, 1000 Ljubljana, Slovenija; *mancahocevar98@gmail.com*

Massive "Cordevolian" limestone from the still active Lesno Brdo quarry is one of the most distinctive Slovenian natural stones, known for variety of colors and textures. The massive limestone overlies Ladinian volcanoclastic rocks, while the major erosional (karst) unconformity marks its top. Approximately 13 m above the unconformity, well-bedded black marly limestone and shale contain a rich association of bivalves of the uppermost Julian age (Jelen, 1990). The composition of the massive limestone was logged along a 15 m long transect. Field observations were supplemented by investigation of 76 thin-sections from 65 samples. Fine-grained limestone represents 59% of the logged area. Macrofossils (polychaete tubes, bivalve shells, gastropods, corals, sponges, brachiopods, ammonoids) are rare, whereas fragments of dasycladacean algae are the most conspicuous of microfossils. Within fine-grained matrix lie decimeters to several meters large bodies of sponge-microbialite boundstone (15% of logged area). Some are angular and have truncated margins, while others are globular and exhibit finger-like protrusion of microbialites into the

surrounding sediment. Microproblematica (*Radiomura cautica*, ?*Ladinella porata*), solenoporacean algae, calcimicrobes, sessile foraminifers and brachiopods are minor contributors to the boundstone structure. *Baccinella floriformis* is locally present in large amounts in adjacent sediment. The third most common facies type (13% of logged area) is the polychaete rudstone/bafflestone. Polychaetes, belonging to the order Terebellida, are concentrated in irregular lenses, reaching several meters in diameter and locally more than 2 m thick. Most of the tubes lie horizontally or slightly oblique to the plane of former sea bottom, and geopetal structures are locally present within the tubes or in the intergranular space. At the thin-section scale, tubes lie embedded in wackestone, packstone or grainstone matrix, or are fragmented and overgrown with fibrous rim cement. We suggest that this facies represents *in situ* (locally perhaps also *in toto*) preserved populations of terebellid tubes. In the recent environments, terebellids form dense aggregations and even build-ups in shallow marine settings (e.g. Fournier et al., 2010). From the fossil record, however, association with microbialites are known from slopes of the poorly ventilated Norian-Rhaetian intraplateau basins in the Southern Alps and the Apennines (e.g. Iannace et al., 2005).

We suggest that deposition of the massive "Cordevolian" limestone took place at the outer margin or upper slope of the platform, although a more proximal setting cannot be completely excluded from interpretation.

References

- Fournier, J., Etienne, S. & Le Cam, J.-B. 2010: Inter- and intra-specific variability in the chemical composition of the mineral phase of cements from several tube-building polychaetes. *Geobios*, 43: 191-200.
- Iannace, A., Parente, M. & Zamparelli, V. 2005: The Upper Triassic platform margin facies of Southern Apennines and their Jurassic fate: state of the art. *Boll. Soc. Geol. It.*, 124: 203-214.
- Jelen, B. 1990: The Carnian bivalves (Mollusca) from Lesno brdo, Slovenia, NW Yugoslavia and their paleobiological significance. *Geologija*, 31/32: 11-127.

A new Upper Jurassic decapod assemblage from a sponge reef olistolith from Velika Strmica, Slovenia

Nova združba zgornjejurskih rakov deseteronožcev iz grebenskega olistolita pri Veliki Strmici, Slovenija

Rok Gašparič^{1,2} & Luka Gale^{3,4}

¹ Oertijdmuseum De Groene Poort, Bosscheweg 80, 5293 WB Boxtel, Netherlands;

rok.gasparic@gmail.com

² Novi trg 59, SI-1241 Kamnik, Slovenia

³ University of Ljubljana, Faculty of Natural Sciences and Engineering, Department of Geology, Aškerčeva 12, SI-1000 Ljubljana, Slovenia;

luka.gale@ntf.uni-lj.si

⁴ Geological Survey of Slovenia, Dimičeva ul. 14, SI-1000 Ljubljana, Slovenia;

luka.gale@geo-zs.si

Following up on the report of findings of diverse Jurassic fauna by Trotošek (2002) we investigated a limestone block near Velika Strmica (Dolenjska region) in Slovenia for further evidence of decapod crustaceans. Fossiliferous exposure is represented as a solitary block of limestone on the western side of the village Velika Strmica, 10 km north of Novo mesto. Investigated exposure is one of a series of Upper Jurassic (Kimmeridgian - Tithonian) carbonate blocks of reefal limestone from Dinaric carbonate platform, embedded in marlstone of the Upper Cretaceous (Campanian - Maastrichtian) flyshoid unit (Buser, 2009). These blocks are interpreted as olistoliths that were placed in their present position by gravity movements during the Upper Cretaceous period (Trotošek, 2002). Their Upper Jurassic age was previously determined on the basis of corals *Dermosmilia etalloni* Kobay.

The examined olistolith proved particularly fossiliferous, and the sampling of the sponge-coral reef assemblage yielded over 300 decapod specimens, belonging to at least four different families. Most speciose is Galatheididae, represented by at least five morphotypes, followed by Munidopsidae (three morphotypes), Dynomenidae (two morphotypes), and Prosopidae (one morphotype).

All of the collected decapod crustaceans were disarticulated, and are represented by dorsal carapaces and rare appendage/claw fragments or ventral parts. While the decapods were disarticulated, the associated invertebrate fauna was largely complete. Brachiopods were found fully articulated, and corals were primarily still in life position. Similar preservation is reported from Upper Jurassic sponge reefs in Poland (Müller et al., 2000) and would indicate accumulation of disarticulated crab carapaces in depressions or in pockets formed by the reef structure.

Published information on Jurassic crabs from Slovenia is so far non-existent. This report is the first to provide information and identification of Jurassic decapod crustaceans from Slovenia. However, further investigation in the known Jurassic reef exposures in this region would prove

productive for collecting decapod crustaceans that might contribute to the knowledge of radiation and diversification patterns of decapods since their first appearance in the Triassic.

References

Buser, S. 2009: Geological map of Slovenia 1:250.000. Geological Survey of Slovenia, Ljubljana.

Müller, P., Krobicki, M. & Wehner, G. 2000: Jurassic and Cretaceous primitive crabs of the family Prosopidae (Decapoda, Brachyura) – their taxonomy, ecology and biogeography. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 70: 49-79.

Trtošek, S. 2002: Geological structure of the area north of Šmarješke Toplice [unpublished BSc thesis in Slovenian]. University of Ljubljana, Faculty of Natural Sciences and Engineering, Department of Geology, Ljubljana, 52 pp.

Geološko-geomehanske preiskave za HE Mokrice

Geological-geomechanical investigations for hydro power plant Mokrice

Simona Golčman Ribič & Vladimir Vukadin

IRGO Consulting d.o.o., Slovenčeva 93, 1000 Ljubljana, Slovenija;

simona.golcman@irgo.si,

vlado.vukadin@irgo.si

Geološko-geomehanske preiskave za potrebe akumulacijskega bazena in jezovne zgradbe so potekale od leta 1984 do leta 2018, ko smo izvedli dodatne geološko-geomehanske preiskave na območju jezovne zgradbe. Gre za zanimiv primer inženirsko-geološkega dela, pri katerem smo v zadnji fazi preiskav uporabili različne pristope, da smo naročniku HESS d.o.o. in projektantom zagotovili vse potrebne podatke. V fazi dodatnih preiskav smo tako izvedli pregled vseh znanih podatkov, jih analizirali in na novo interpretirali. Pri tem smo uporabili tudi izkušnje in podatke iz primerljive lokacije pregrade HE Brežice, kjer smo prav tako sodelovali pri več fazah projektiranja in pri izvedbi. Pridobili smo tudi podatke s strani izvajalcev in notranje kontrole.

Ker se je struga Save na obravnavanem območju skozi stoletja spreminjala, smo za potrebe geološke interpretacije preučili vojaško karto Habsburške monarhije iz leta 1763 ter karto Avstro-Ogrske iz leta 1920. Na podlagi morfologije obravnavanega območja v preteklosti smo lahko napovedali pojav mrtvic na levem bregu.

Razmeroma velika gostota preiskav na lokaciji gradbene jame in obtočnega kanala je omogočila izdelavo 3D geološkega modela, ki je bil uporabljen za določitev debeline kvartarnih sedimentov ter za izris geološko-geotehničnih profilov, projektant pa bo lahko na podlagi geološkega modela in geometrije načrtovanih izkopov izračunal masne bilance. V skladu s *Pravilnikom o klasifikaciji in kategorizaciji zalog in virov trdnih mineralnih surovin* smo

ocenili tudi vrsto zalog.

Ker na območju pregradnega objekta ni izdankov miocenskih plasti, v katerih bo objekt temeljen, je bil 3D geološki model uporabljen tudi za določitev vpada plasti, ki predstavlja pomemben podatek pri načrtovanju izvedbe in varovanje gradbene jame. Določitev vpada s pomočjo 3D modela je omogočilo slednje plastem peščenjaka, ki se pojavljajo znotraj prevladujočega laporovca. Vpad plasti smo dodatno preverili s karotajnimi meritvami, ki so potrdile rezultate 3D modela. S pomočjo karotajnih meritev sta bila določena tudi pogostost in vpad razpok.

Poseben izziv je predstavljajo tudi vrtanje strukturnih vrtin v strugi Save. Vrtine so se izvajale s pontona, pri izvedbi pa je bilo potrebno veliko pozornosti nameniti varni izvedbi del, spremljanju pretokov Save in Krke, vremenski napovedi ter sodelovanju s posadko na HE Brežice, ki je v času vrtanja zagotavljala konstanten pretok.

Poleg navedenih nalog smo v okviru dodatnih preiskav ocenili še relevantnost prelomov, določenih s seizmično refleksijo, in njihov vpliv na stabilnost in dotoke vode v gradbeno jamo. Dodatno smo preverili že obstoječe trdnostne in deformacijske parametre zemljin in kamnin, ki se pojavljajo na pregradnem profilu ter ovrednotili trdnost kontakta laporovec/beton. Ocenili smo velikost možnih dotokov v gradbeno jamo in določili agresivnost kamnine in vode na beton.

Literatura

Golčman Ribič, S. & Vukadin, V. 2018: Geološko-geomehansko poročilo o dodatnih preiskavah za potrebe jezovne zgradbe HE Mokrice. IRGO Consulting d.o.o., Ljubljana.

Meža, M. & Vukadin, V. 2010: Geološko-geomehanski elaborat o izvedenih preiskavah na območju HE Mokrice. Econo d.o.o. in IRGO Consulting d.o.o., Ljubljana.

Poljak, M. et al. 2016: Badenijske in sarmatijske plasti v gradbeni jami za hidroelektrarno Brežice. *Geologija*, 59/2: 129–154.

Paleogeografski položaj spodnjekrednega fliša v Julijskih Alpah

Paleogeographic position of the Lower Cretaceous flysch in the Julian Alps

Špela Goričan¹, Lea Žibret², Adrijan Košir¹,
Duje Kukoc^{1,3} & Aleksander Horvat¹

¹ Paleontološki inštitut Ivana Rakovca ZRC SAZU, Novi trg 2, SI-1000 Ljubljana;

spela@zrc-sazu.si,

adrijan@zrc-sazu.si,

ahorvat@zrc-sazu.si

² Černetova ulica 3A, SI-1000 Ljubljana;

zibret.lea@gmail.com

³ Hrvatski geološki inštitut, Sachsova 2, HR-10000 Zagreb;

duje.kukoc@gmail.com

Spodnjekredni sinorogeni sedimenti, ki so imeli izvor v obduciranih ofiolitih oceana Meliata-Maliac-Vardar, so značilni za Dinaride in Avstroalpinske enote. V Južnih Alpah se spodnjekredni turbiditi z ofiolitnim drobirjem pojavljajo edino v okolici Bohinja in na Pokljuki. Prvič so bili opisani in opredeljeni kot fliš že pred 40 leti (Budkovič, 1978). Poznejše regionalne študije so poudarjale njihov pomen za korelacijo s centralnimi Dinaridi, razpoložljivi stratigrafski in strukturni podatki pa so bili preskopi, da bi omogočali natančnejšo rekonstrukcijo današnjega tektonskega položaja in paleogeografske lege v mezozoiku.

V letih 2014–2017 smo kartirali 50 km² veliko območje med Bledom in Bohinjem. Terenske raziskave smo dopolnili z analizo zbruskov in izoliranih mikrofosilov, kjer smo potrebovali natančnejše podatke o faciesnih značilnostih in starosti kamnin. Mešane karbonatno-klastične spodnjekredne sedimente smo datirali v obdobje od valanginija (mogoče zgornjega berriasija) do aptija in jih neformalno imenovali Studorska formacija. Ugotovili smo, da je Studorska formacija zaključna sekvenca dveh različnih stratigrafskih zaporedij. Prvo zaporedje od srednjega triasa do krede sestavljajo izključno globljevodne kamnine. To zaporedje paleogeografsko predstavlja Blejski bazen. Drugo zaporedje je sestavljeno iz zgornjetriasnih do spodnejurskih plitvovodnih karbonatov, nad katerimi leži samo nekaj metrov jurskih in spodnjekrednih pelagičnih kamnin, ki se zaključijo s flišem. To zaporedje se je odložilo na vzhodnem robu Julijske karbonatne platforme oziroma Julijskega praga.

Zaradi bistvene razlike v stratigrafskem razvoju smo preiskani zaporedji uvrstili v dva pokrova. Zaporedje Blejskega bazena pripada Pokljuškemu pokrovu, drugo zaporedje pa Krnskemu pokrovu. Prvotna narivna meja med obema pokrovoma zaradi poznejših deformacij ni več vidna. Današnje meje med pokrovoma so strmi NE-SW usmerjeni prelomi, ki jih sekajo prelomi v smeri NW-SE. Vzporedno v obeh smereh potekajo osi večjih prevrnjenih gub, ki kažejo na kontrakcijo v smeri NW-SE in NE-SW po tem, ko je bilo dinarsko narivanje že zaključeno. Na obeh sistemih prelomov so najbolj ohranjene horizontalne

drse, kar kaže na zmično reaktivacijo struktur v zadnji fazi.

Preiskana mezozojska zaporedja smo primerjali s podobnimi razvoji v sosednjih orogenih. Zaporedja v Bosanski conii so praktično enaka kot preiskana zaporedja v Julijskih Alpah, zato sklepamo, da je bil Blejski bazen neposredno nadaljevanje Bosanskega bazena, Slovenski bazen pa je potekal prečno na to strukturo. Razvoji severno od Periadriatskega lineamenta, v Tirolskih enotah Severnih Apneniških Alp in v severovzhodnem Transdunubijskem pogorju, so podobni, glavna razlika pa je v tem, da so prvi sedimenti, erodirani z napredujočimi pokrovi v notranjih conah, te bazene dosegli že v srednji juri in ne šele v spodnji kredi. Razlike kažejo, da je bil Blejsko-Bosanski bazen bolj oddaljen od čela jursko-krednih narivov in verjetno se je tudi narivanje v Julijskih Alpah začelo pozneje kot v avstroalpinskih enotah.

Literatura

Budkovič, T. 1978: Stratigrafija Bohinjske doline. Geologija, 21: 239–244.

Mobilna aplikacija »Teachout« za inovativno poučevanje naravoslovja

Mobile application »Teachout« as a tool for innovative science teaching

Mojca Gorjup Kavčič¹, Nina Erjavec¹, Liliana Homovec²,
Maja Sever², Andrej Šmuc³ & Tomislav Popit³

¹ Center za idrijsko dediščino, Ulica IX. korpusa 17, 5280 Idrija, Slovenija;

mojca.gorjup-kavcic@geopark-idrija.si,

nina.erjavec@visit-idrija.si

² Osnovna šola Črni Vrh nad Idrijo, Črni Vrh 95, 5274 Črni Vrh nad Idrijo, Slovenija;

lilijana.homovec@oscv.si,

sever.maja@gmail.com

³ Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, Aškerčeva 12, 1000 Ljubljana, Slovenija;

tomi.popit@geo.ntf.uni-lj.si,

andrej.smuc@geo.ntf.uni-lj.si

Triletni projekt ESTEAM (Izboljšanje učnih metod s povezovanjem šol, strokovnjakov in geoparkov v kombinaciji z aktivnostmi na prostem in IKT tehnologijami) se je pričel v septembru 2016 in je sofinanciran iz evropskega programa ERASMUS+. Partnerstvo združuje tri UNESCO Globalne Geoparke (Geopark Idrija iz Slovenije, Geopark Magma iz Norveške in geopark Naturtejo iz Portugalske), osnovni šoli Črni Vrh nad Idrijo in Idanha-a-Nova iz Portugalske, Oddelek za geologijo NTF UL in IKT podjetje Locatify iz Islandije. Namen projekta je izboljšati kakovost poučevanja in učenja naravoslovja z boljšim povezovanjem nacionalnih učnih načrtov naravoslovja z modernimi IKT tehnologijami ter učenja na prostem. Projektne aktivnosti so namenjene predvsem učiteljem in bodočim učiteljem naravoslovja (študentom), učencem starosti med 12 in

15 let, zaposlenim v geoparkih, ki se ravno tako skoraj dnevno srečujejo s prenašanjem znanja o naravoslovju in zaposlenim v ostalih izobraževalnih institucijah.

Na začetku projekta smo izvedli obsežno mednarodno spletno raziskavo, v kateri so sodelovali učenci, učitelji in bodoči učitelji naravoslovja. Poleg spletne raziskave, smo z učitelji naravoslovnih vsebin v sodelujočih geoparkih opravili tudi osebne intervjuje, v katerih smo dobili še podrobnejše informacije o ustreznosti učnih načrtov, učnih metodah, uporabi IKT tehnologij, izvajanju pouka v naravi ter tudi o sodelovanju z Unescovimi globalnimi geoparki. Izsledke smo povzeli v elektronski knjigi z naslovom »Raziskava nacionalnih učnih načrtov naravoslovja na Portugalskem, Norveškem in v Sloveniji – Rezultati analize s smernicami«, ki je prvi od treh rezultatov projekta. V priročniku smo povzeli trenutne metodologije na področju poučevanja naravoslovja ter rezultate raziskav nacionalnih učnih načrtov za predmete, pri katerih se poučujejo naravoslovne vsebine. V Sloveniji so to naravoslovje, biologija, geografija, fizika in kemija, na Portugalskem so to biologija in geologija, fizika in kemija ter geografija, na Norveškem pa naravoslovne vsebine poučujejo v predmetu naravoslovje. Rezultati raziskav so partnerjem v projektu osnova za nadaljnje delo pri osnovanju mobilne aplikacije, hkrati pa nudijo osnovo za morebitne dopolnitve oziroma metodologije poučevanja naravoslovnih vsebin v osnovnih šolah.

Tekom raziskave so se pokazale značilne razlike med posameznimi državami. Te so opazne že v naboru predmetov, pri katerih se določene naravoslovne vsebine poučujejo. Naravoslovne vsebine so v vseh treh državah različno razporejene v učne načrte naravoslovja, biologije, geologije, fizike, kemije in geografije. Spletna raziskava je pokazala, da se učenci radi učijo naravoslovja, vendar določene vsebine težko razumejo. V zvezi z metodami poučevanja so učenci in učitelji na nasprotnih straneh. Učitelji raje poučujejo po standardnih metodah, medtem ko se učenci bolj nagibajo k modernih metodologijam učenja. Učitelji med učnimi urami zelo redko oziroma nikoli ne uporabljajo tablic ali pametnih telefonov. Zaskrbljujoča je pogostost učenja v naravi, saj je običajno izvedenih manj kot pet dni aktivnosti izven učilnice letno, kljub temu pa si vsi udeleženci učnega procesa želijo več tovrstnih aktivnosti v naravi. Sodelujoče smo povprašali tudi o poznavanju Unescovih globalnih geoparkov, kjer se je izkazalo, da večina z geoparki ni seznanjena. Tisti, ki pa s tovrstnimi institucijami sodelujejo, od njih pričakujejo pomoč pri pripravi učnih materialov, terenskih izletov ter strokovno in organizacijsko pomoč pri aktivnostih.

Na podlagi rezultatov spletne raziskave v okviru projekta pripravljamo vsebine ter različne naloge, igre in aktivnosti v treh splošnih tematikah, ki smo jih partnerji na projektu določili skupaj: vpliv človeka na Zemljo, ekologija in geologija. Le-te bodo vključene tudi v nastajajočo mobilno aplikacijo. Trenutno smo v fazi testiranja pripravljenih nalog (naloge bomo prvič testirali v papirnati klasični izvedbi) ter izdelave prototipa aplikacije, ki bo testirana v svoji pravi (mobilni) izvedbi jeseni 2018. Istočasno bomo sočasno z obema testiranjema izvedli tudi evalvacijo, tako da bomo izmerili tudi zadovoljstvo uporabnikov (pred-

vsem učencev) z obema pristopoma k poučevanju naravoslovja, to sta klasični način izvajanja dela na prostem z delovnimi listi ter sodobni način z mobilno aplikacijo. Poleg aplikacije bo v okviru projekta pripravljen tudi uporabniški priročnik za učitelje.

Elektronska knjiga v slovenščini je na razpolago na povezavi: <http://esteamproject.wixsite.com/mysite/slo-1>.

Določanje geokemičnega ozadja in meje naravne variabilnosti za nikelj v zgornjem sloju tal v Sloveniji

Establishing geochemical background and threshold values for nickel in Slovenian topsoil

Mateja Gosar & Robert Šajn

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

mateja.gosar@geo-zs.si,

robert.sanj@geo-zs.si

Kemijski elementi so v tleh naravno prisotni v nivojih geokemičnega ozadja. Povišane vsebnosti kemijskih elementov v tleh so lahko posledica naravnih danosti (pojavljanje mineralizacije oziroma orudjenja in kamnin z naravno visokimi vsebnostmi nekaterih elementov kot so na primer serpentinit, črni skrilavi glinavci, itd.) ali pa jih lahko povzročijo antropogene dejavnosti (rudarsko-metalurška dejavnost, industrija, promet, kmetijstvo, itd).

V letih 1990–1993 je Geološki zavod Slovenije izvedel regionalno kartiranje tal celotnega ozemlja Slovenije za potrebe izdelave karte naravne radioaktivnosti. Tla so bila sistematično vzorčena v mreži 5 x 5 km (Andjelov, 1994). Skupno je bilo odvzetih 817 vzorcev zgornjega horizonta tal (0–10 cm). Leta 2012 so bili vzorci vzeti iz depoja GeoZS in posredovani v kemijske analize v kanadski laboratorij Bureau Veritas. V vzorcih je bila določena vsebnost niklja z metodo masne spektrometrije z induktivno sklopljeno plazmo (ICP-MS) po razklopu z modificirano zlato-topko.

Na podlagi podatkov navedenih kemijskih analiz je bila narejena primerjava vsebnosti niklja v referenčnih materialih s priporočenimi vrednostmi in primerjava ponovitev analize referenčnih materialov ter ponovljenih vzorcev, ki je omogočila oceno točnosti in ponovljivosti uporabljene analitske metode.

Različne metode opredelitve zgornje meje naravne variabilnosti bodo na kratko predstavljene in še posebej obrazložene tiste, ki bodo uporabljene za izračune za obravnavani set podatkov. Prikazan bo model porazdelitve niklja v tleh Slovenije. Vsebnosti niklja so zelo heterogene. Značilno je, da so vsebnosti niklja v jugozahodu Slovenije višje kot na severovzhodu, kar v največji meri pogojuje geološka sestava talne podlage.

Submerged karst river channels of Zrmanja, Cetina, Neretva and Koločep rivers in the Eastern Adriatic coast (Croatia)

Potopljene struge kraških rek Zrmanja, Cetina, Neretva in Koločep na vzhodni jadranski obali (Hrvaška)

Ozren Hasan¹, Slobodan Miko¹, Dea Brunović¹,
Nikolina Ilijanić¹, George Papatheodorou²,
Maria Geraga², Dimitris Christodoulou², Matej Čurić³,
Ivor Meštrović⁴, Dragana Šolaja¹ & Marko Bakašun³

¹ Hrvatski geološki institut - Croatian geological survey, Sachsova 2, 10000 Zagreb, Croatia;
o Hasan@hgi-cgs.hr

² University of Patras, Department of Geology, Laboratory of Marine Geology and Physical Oceanography, 265 04 Patras, Greece

³ GEOmar d.o.o., Augusta Cesarca 1, 21000 Split, Croatia

⁴ Tripodij-geodezija d.o.o., Kružićeva 9, 21204 Dugopolje, Croatia

Vast areas of the Adriatic shelf were exposed during the postglacial low relative sea level (RSL), enabling formation of lakes and river channels. After Last Glacial Maximum (LGM) those areas were consecutively submerged during Holocene transgression (Correggiari et al., 1996).

Here we present research of karst rivers Zrmanja, Cetina, Neretva and Koločep located along the Eastern Adriatic Coast. Well preserved submerged river channels and their floodplains are detected using high resolution acoustic geophysical methods coupled with bathymetric data and compared to RSL curve for the Adriatic region (Lambeck et al., 2011; Correggiari et al., 1996).

Seismic data for Zrmanja River shows river channels incised into Pleistocene clastic rocks exposed during the early Holocene. Larger channel flowing from Karin Sea into Novigrad Sea joined Zrmanja and continued into Velebit Channel. Numerous river channels visible in profiles point to the existence of braided river system. As the RSL rose, marine sediments overlie fluvial and terrestrial sediments after 11440 BP (Hasan, 2017). Marine sediments are acoustically homogenous and 9-16 m thick. RSL rise caused a formation of 27 m thick alluvial fan in the present Zrmanja River mouth.

Present floodplain of Neretva River extends over 10 km. According to geophysical data, similar floodplain formed some 60 km to the W, between islands Hvar, Šćedro and Korčula. Islands consist of Cretaceous limestones that create acoustic basement of the sedimentary basin. Basement is overlain by fluvial sediments with parallel to sub-parallel stratified reflectors onlapping on the basin edges. According to RSL curve (Lambeck et al., 2011), fluvial sedimentation began approximately 14000 BP at 85 m b.s.l. After the basin was filled up to 70 m b.s.l., Neretva floodplain widened to Korčula Island, creating a 10 km wide floodplain. Major erosional surface is visible, as Neretva River eroded older fluvial sediments. Two meters of marine sediments overlie fluvial sediments.

Present Cetina river mouth is located at the exit from the canyon in the town of Omiš. Seismic data reveals that river did not flow in NW direction as a continuation of today's flow but created a channel along the coast in SSE direction. During the postglacial period, river eroded flysch sequences creating over 10 m deep and 350 m wide channel. Due to a Holocene RSL rise, river channel was infilled with fluvial sediments. As sediments were deposited in the channel, Cetina created a 3 km wide floodplain. Fluvial sediments are overlain by 3-5 m thick marine sediment sequence.

Koločep Channel geophysical data reveals nine acoustic units (marine, lake or fluvial). During the LGM intensive erosion occurred in the central part of the basin. Sediments were transported by torrents, whose springs still exist today as vruljas at depths of 45-50 m b.s.l. Torrents formed a river flowing through Veliki vratnik passage in SW direction towards Mljet Island, and continued along its coastline towards the west. Eastern bank of the "Koločep" River was bounded by eolian sand bar. River ceased to exist as RSL rose to approximately 50 m b.s.l. Part of the submerged channel between Pelješac and Mljet Islands is well defined on bathymetry data.

References

- Correggiari, A., Roveri, M. & Trincardi, F. 1996: Late Pleistocene and Holocene evolution of the North Adriatic Sea. II Quaternario, Italian J. of Quaternary Sci., 9: 697–704.
- Hasan, O. 2017: Paleokolišna rekonstrukcija slivova Karinskoga mora, Novigradskoga mora i Velebitskoga kanala tijekom holocena. Ph.D. thesis, University of Zagreb: 564 p.
- Lambeck, K., Antonioli, F., Anzidei, M., Ferranti, L., Leoni, G., Scicchitano, G. & Silenzi, S. 2011: Sea level change along the Italian coast during the Holocene and projections for the future. Quaternary Int., 232: 250–257.

Gosau type malacofauna from Gornje Orešje (NE Croatia)

Malakofavna gosavskega faciesa iz Gornjega Orešja (SV Hrvatska)

Aleksander Horvat¹, Vasja Mikuz², Ivan Rozman³,
Vladimir Bermanec⁴, Jasenka Sremac⁵ & Alan Moro⁵

¹ Paleontološki inštitut Ivana Rakovca ZRC SAZU, Novi trg 2,
1000 Ljubljana, Slovenija;
ahorvat@zrc-sazu.si

² Kotnikova 16, 1000 Ljubljana, Slovenija;
vasja.mikuz@ntf.uni-lj.si

³ ivanroz@gmail.com

⁴ Department of Geology, Faculty of Science, University of Zagreb, Horvatovac 95, 10000 Zagreb, Croatia;
vladimir.bermanec@public.carnet.hr

⁵ Department of Geology, Faculty of Science, University of Zagreb, Horvatovac 102A, 10000 Zagreb, Croatia;
jsremac@geol.pmf.hr,
amoro@geol.pmf.hr

At Gornje Orešje on Mt. Medvednica (NE Croatia) a new outcrop of Gosau type facies was discovered. Gosau-type basins are associated with the development of fluvial-lacustrine to shallow marine environment and deposition of conglomerates, coal-bearing marls, siliciclastics rich in corals, acteonelloid and nerineiod gastropods and rudist limestones on the top of the succession. The exposed thickness of the section at Gornje Orešje is 22.8 m with bed thickness ranging from 10 to 500 cm. Lower 16 m of the section is composed from clastics (conglomerates, sandy mud, mud) rich in corals, gastropods and rare rudists towards the end of clastic sedimentation. The upper 7 m of the section consists of shallow water carbonates. According to SIS (numerical age 81.19 Ma) at the nearby Donje Orešje locality, as well as microfossil and rudist assemblages the age of the upper carbonate part of the section is late Early Campanian.

From allochthonous, weathered siliciclastic part of the section 70 specimens of gastropod fauna were collected. 10 species and 14 genera were determined (Tab. 1). According to the gastropod assemblage, Campanian biostratigraphical age could be deduced.

Compared to other Gosau facies localities the gastropod diversity is quite low in sense of genera and species. As is usual for other Gosau type gastropod assemblages, specimens of Acteonelloidea (41%) and Nerineoidea (31%) dominate. Among Acteonelloidea family the total absence of the genus *Actaeonella* is interesting which is quite uncommon for the Gosau type gastropod assemblages. The reason for that could be explained by the different ecological preferences of both genera. *Actaeonella* was an infaunal dweller while *Trochactaeon* was primarily epifaunal vagrant benthos. Probably the absence of predators connected to low salinity allowed epifaunal life mode. *Trochactaeon* preferred calcareous mud while *Actaeonella* was more commonly associated with coarser clastic sediments. *Trochactaeon* presumably had a broader salinity

Table 1. Taxonomy of Gosau type malacofauna from Gornje Orešje section.

Taxon
Acteonelloidea
<i>Trochactaeon</i> (<i>Neotrochactaeon</i>) <i>giganteus</i> (Sowerby, 1835)
<i>Trochactaeon</i> (<i>Neotrochactaeon</i>) cf. <i>giganteus</i> (Sowerby, 1835)
<i>Trochactaeon</i> (<i>Neotrochactaeon</i>) <i>goldfussi</i> (d'Orbigny, 1850)
<i>Trochactaeon</i> (<i>Neotrochactaeon</i>) <i>sanctaecrucis</i> (Futterer, 1892)
<i>Trochactaeon</i> (<i>Neotrochactaeon</i>) <i>obtus</i> (Zekeli, 1852)
<i>Trochactaeon</i> (<i>Neotrochactaeon</i>) <i>subglobosus</i> (Muenster, 1844)
<i>Trochactaeon</i> (<i>Neotrochactaeon</i>) sp.
<i>Trochactaeon</i> sp.
?Acteonellidae indet.
Nerineoidea
<i>Parasimplotyxis buchi</i> (Muenster, 1829)
<i>Parasimplotyxis</i> cf. <i>buchi</i> (Muenster, 1829)
<i>Parasimplotyxis pailletteana</i> (d'Orbigny, 1842)
<i>Parasimplotyxis</i> indet.
Others
<i>Pseudamaura bulbiformis</i> (Sowerby, 1831)
<i>Pseudamaura</i> sp.
<i>Trochus</i> sp.
<i>Palaeocancellaria hoelleitenensis</i> Kollmann, 1976
<i>Echinobathra</i> sp.
<i>Bicarinella</i> sp.
? <i>Astraea</i> sp.
<i>Punctospira</i> sp.
<i>Bathrotomaria</i> sp.
<i>Cernina</i> sp.
<i>Turritella fittoniana</i> (Muenster)
<i>Natica</i> sp.
<i>Drepanocheilus</i> sp.
Genus et spec. indet.

tolerance, ranging from meiomesohalinikum (5-10‰) to euhalinikum (30-40‰) while *Actaeonella* had lower salinity tolerance (18-40‰). The Nerineoidea mode of life is comparable with turritelids indicate shell-dragging epifauna on soft sediment with no or slightly semi-infaunal habit. Nerineoidea were restricted to shallow marine moderately agitated subtidal siliciclastic and carbonate platform environments.

No. of specimens	% of total fauna
29	41
1	1,4
1	1,4
4	5,7
6	8,6
2	2,8
2	2,8
8	11,4
4	5,7
1	1,4
22	31
3	4,3
5	7,1
11	15,7
3	4,3
16	28
1	1,4
1	1,4
1	1,4
2	2,8
1	1,4
1	1,4
1	1,4
1	1,4
1	1,4
1	1,4
2	2,8
3	4,3

Geomorphology and the evolution of the karst polje Bokanjačko blato based on high resolution sediment core and GPR data

Geomorfologija in razvoj kraškega polja Bokanjačko blato na podlagi visoko ločljivega sedimentnega jedra in podatkov GPR

Nikolina Ilijanić¹, Željka Sladović², Slobodan Miko¹, Ivan Razum³ & Ozren Hasan¹

¹ Hrvatski geološki institut – Croatian geological survey, Sachsova 2, 10000 Zagreb, Croatia; niljanic@hgi-cgs.hr

² Geoda Consulting d.o.o., Zvonimirova 13, 10000 Zagreb, Croatia

³ Croatian Natural History Museum, Department for mineralogy and petrology, Demetrova 1, 10000 Zagreb, Croatia

Karst polje Bokanjačko blato (Ravni Kotari, Croatia) is filled with Quaternary sediments of various sedimentary, mineralogical and geochemical features. Ground penetrating radar (GPR) was conducted to map 3D variability in the thickness of lake and red sedimentary deposits in polje. A survey grid consisting of 6 individual GPR profiles in total length of over 7 km was designed to cover the extension of the Bokanjačko blato depression. Depression was covered with GX 80MHz shielded antenna, and additional several profiles were surveyed with GX450 MHz antenna. Sediment sequence studied in detail in southeastern part of the polje consists of 10 m Holocene lake carbonate sediments, 3 m of loess-like deposits and 10 m thick red clay deposits that overlie limestone bedrock (Ilijanić et al., 2018). The upper part of the core (0-4.1 m) consists of lake sandy carbonate sediments, dominantly composed of authigenic calcite, which gradually contain more clay content and siliciclastic material, indicating significant detrital input. Smectite occur in these samples, while the upper sediments of the core contain very little clay minerals, presented by vermiculite, illite and kaolinite. Red clay deposits are dominantly composed of kaolinite, followed by vermiculite and illite. Geochemical and mineralogical records imply the formation of shallow lake from 10.5 m, but with significant catchment erosional processes and sediment runoff, evident by higher content of siliciclastic elements and magnetic susceptibility. Dominantly carbonate lake sediments appear from 4.1 m up-core. Magnetic susceptibility reveals two extremely distinct sedimentary units, red clays (23-12.5 m) with extremely high values indicating the presence of magnetite, and from 12.5 m up-core low values of magnetic susceptibility, being the lowest from 4.1 m up-core. In addition, high frequency dependent magnetic susceptibility in red clays indicates the presence of superparamagnetic (SP; <0.03 µm) magnetite (pedogenic magnetite), which appear to be smaller than 0.022 µm in comparison to the synthetic magnetites. In contrast, loess-like deposits contain coarser magnetites (2.5-6.5

µm). Hematite is recorded in bulk mineralogical analysis in red clays (23–11.5 m), while rock-magnetic data suggests the presence of magnetically hard minerals (hematite/goethite) in loess-like sediments (12.5–8.6 m) and in red clays as superparamagnetic hematite. Dominance of SP magnetite and SP hematite in red clays, as well as clay mineral kaolinite and ultra-stable minerals such as zircon, tourmaline and rutile, suggests advanced weathering of these soils, warm climate and an old age. These results imply the depositional and erosional processes of the different sedimentary sequences in Bokanjačko blato sediment succession, very variable in thickness, revealed by radar stratigraphy.

We suggest that it is related to the bedrock karstification and development of karst paleorelief through long period of time of its formation. The documented depths of up to 20 m of sediments allow the presumption that georadar surveying could resolve sedimentological relationship in Bokanjačko Blato depression, indicating the great potential of use ground subsurface surveys in karst poljes filled with clayey and silty sediments.

References

Ilijanić, N., Miko, S., Hasan, O. & Bakrač, K. 2018: Holocene environmental record from lake sediments in Bokanjačko blato (Dalmatia, Croatia). *Quaternary International* (in press).

Primer uporabe modela verjetnosti pojavljanja zemeljskih plazov na območju med Podgorjem in Gaberkami

Mass movement susceptibility model application in the area between the Podgorje and Gaberke

Kristina Ivancič¹, Jernej Jež¹, Blaž Milanič¹, Špela Kumelj¹ & Andrej Šmuc²

¹ Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

kristina.ivancic@geo-zs.si,

jernej.jez@geo-zs.si,

blaz.milanic@geo-zs.si,

spela.kumelj@geo-zs.si

² Oddelek za geologijo, Naravoslovnotehniška fakulteta UL, Aškerčeva 12, 1000 Ljubljana, Slovenija;

andrej.smuc@ntf.uni-lj.si

Zemeljski plazovi so zelo pogost geološki pojav v Sloveniji. Predstavljajo veliko nevarnost za prebivalstvo in infrastrukturo ter hkrati velik izziv za stroko. V okviru znanstvenoraziskovalnih projektov je bila na Geološkem zavodu Slovenije razvita metodologija za izdelavo modelov verjetnosti pojavljanja pobočnih masnih premikov (Bavec et al., 2005; Komac, 2005). Pri uporabi metodologije za potrebe prostorskega načrtovanja na nivoju občin (Bavec et al., 2005; Komac, 2005) so ugotovili, da najbolj problematična območja predstavljajo tisti deli, ki

jih gradijo litološko heterogena zaporedja klastičnih sedimentnih kamnin. Takšna zaporedja kamnin so prisotna tudi med Slovenj Gradcem in Velenjem. Na raziskovanem območju med Podgorjem in Gaberkami, površine 11 km², smo izvedli temeljne geološke raziskave, ki so zajemale geološko kartiranje v merilu 1 : 5000, snemanje profilov v merilu 1 : 100 ter podrobne petrografske analize. Omenjeno območje v veliki meri gradi menjavanje konglomeratov in peščenjakov različnih zrnivosti ter meljevcev, laporovcev in glinavcev miocenske starosti. Ozemlje sekajo številnimi prelomi, ki se navezujejo na periadriatski prelomni sistem, ter gube v obliki ene antiklinale in dveh sinklinal, katerih osi potekajo v smeri ZSZ–VJV. Več drobnozrnatih sedimentov (meljevcev in laporovcev), je prisotnih na južnem delu raziskovalnega območja, prav tako so na tem delu prisotni prelomi in razpoke, ki so posledica bližine Periadriatske prelomne cone.

Posamezne litološke enote smo razvrstili po razredih glede na podvrženost pojavljanju pobočnih masnih premikov. Model/karte verjetnosti pojavljanja zemeljskih plazov ter skalnih podorov smo verificirali na terenu. Izkazalo se je, da model dobro loči posamezna območja, kjer je podvrženost pojavljanja plazov večja, kar potrjujejo številni manjši zemeljski plazovi ter usadi na takih območjih. Vseh 45 kartiranih pojavov nestabilnosti leži na območjih, kjer je več kot 48 % verjetnost pojavljanja nestabilnosti, 15 pa na območjih, kjer je verjetnost pojavljanja večja od 63 %. V teh primerih gre predvsem za pašnike oz. travnike na strmih pobočjih, katerim podlago gradijo drobnozrnat sedimentne kamnine (meljevci, laporovci in glinavci).

Pomembna ugotovitev preverjanja modela je tudi vloga rabe tal, ki jo model upošteva. Na določenih območjih, kjer so bile narejene sveže poseke, se je izkazalo (aktivni plazovi), da je podvrženost nastajanju zemeljskih plazov bistveno višja kot je pokazal model, ki je upošteval nekdanjo rabo tal (gozd). To je izrazito vidno vzhodno od Danijelovega vrha, na območju površine cca. 0,5 ha. Verjamemo, da je takih območij še več, kajti podatek rabe tal (GERK – Ministrstvo za kmetijstvo) se osvežuje na vsake pol leta. Zgoraj navedeno dokazuje, da je določitev ustrezne rabe tal velikega pomena za tovrstne analize. Za zelo pomembno se je izkazalo tudi podrobno poznavanje litoloških razmer ter njihova razprostranjenost v prostoru. Število identificiranih plazov je namreč bistveno večje na območjih, kjer prevladujejo drobnozrnat klastične sedimentne kamnine.

Literatura

Bavec, M., Budkovič, T. & Komac, M. 2005: Geohazard - geološko pogojena nevarnost zaradi procesov pobočnega premikanja. Primer občine Bovec = Estimation of geohazard induced by mass movement processes. The Bovec municipality case study. *Geologija*, 48/2: 303–310.

Komac, M. 2005: Verjetnostni model napovedi nevarnih območij glede na premike pobočnih mas – primer občine Bovec = Probabilistic model of slope mass movement susceptibility – a case study of Bovec municipality, Slovenia. *Geologija*, 48/2: 311–340.

Ocena plitvega geotermalnega potenciala na območju mestne občine Ljubljana

Assessment of shallow geothermal potential in the area of the City Municipality of Ljubljana

Mitja Janža, Andrej Lapanje, Dejan Šram, Dušan Rajver, Matevž Novak, Katja Koren, Matjaž Klasinc & Urška Šolc

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

mitja.janza@geo-zs.si

Plitva geotermalna energija je toplota, ki je shranjena plitvo pod površjem. Delno izvira iz notranjosti Zemlje, od koder se prenaša s toplotnim tokom proti površju, v zgornjih 20 do 30 metrih pa predvsem iz sončnega obsevanja, ki ogreva Zemljino površje. Spremenljivost meteoroloških razmer in jakosti sončnega obsevanja povzročajo spremembe temperature tudi pod površjem. Zaradi termičnih lastnosti tal in kamnin so amplitude nihanja temperature pod površjem manjše kot na površini in se z globino zmanjšujejo ter so pod globino 20 m neznatne. Na globinah do 300 m, ki se v Sloveniji pogosto uporablja kot meja med plitvo in globoko geotermijo, so temperature na območju srednje Evrope večinoma v razponu med 2 in 20 °C, na nekaterih območjih Slovenije pa nekoliko višje (Rajver et al., 2006). Relativno nizka raven teh temperatur omejuje neposredno rabo toplote pod površjem, zato je pogostejša raba s pomočjo geotermalnih toplotnih črpalk. Te omogočajo črpanje toplote iz okolice in njeno koncentracijo za namene ogrevanja (npr. objektov, sanitarne vode). Prav tako omogočajo tudi obraten proces, hlajenje objektov in shranjevanje toplote pod površjem. Geotermalni sistemi, ki omogočajo obe funkciji (ogrevanje in hlajenje), so energetske najučinkovitejši.

Raba plitve geotermalne energije s pomočjo toplotnih črpalk omogoča dolgoročno zmanjšanje stroškov ogrevanja/hlajenja in hkrati ugodne okoljske učinke. Energetska učinkovitost sistemov zagotavlja zmanjšanje izpustov CO₂ in drugih škodljivih emisij. Trajnostna raba plitve geotermalne energije zahteva dobro poznavanje geoloških razmer oziroma geotermalnega potenciala, ki določata pogoje za primernost rabe različnih geotermalnih sistemov (npr. geosond, sistemov voda-voda, zemlja-voda) in način njihove izvedbe. Poleg možnosti rabe je pomembno tudi poznavanje omejitev za izvedbo geotermalnih sistemov. Razvoj metode za oceno geotermalnega potenciala in omejitev njegove rabe je potekal v okviru projekta GeoPLASMA-CE (Internet 1). Projekt združuje partnerje iz osmih evropskih držav s ciljem spodbuditi rabo plitve geotermalne energije na območje srednje Evrope. Namen aktivnosti na pilotnem območju Mestne občine Ljubljana je preučitev geoloških in geotermalnih razmer (Janža et al., 2017) ter določitev plitvega geotermalnega potenciala. Te informacije bodo predstavljene v obliki, ki bo neposredno uporabna načrtovalcem energetskih strategij

(lokalnega energetskega koncepta). Dostopnost teh in ostalih informacij, povezanih z rabo plitve geotermalne energije (npr. omejitve, zakonodajni okviri, kontakti pristojnih organov in strokovnjakov, splošne informacije) čim širšemu krogu uporabnikov, bo omogočena s spletnim pregledovalnikom.

Literatura

Janža, M., Lapanje, A., Šram, D., Rajver, D. & Novak, M. 2017: Research of the geological and geothermal conditions for the assessment of the shallow geothermal potential in the area of Ljubljana, Slovenia. *Geologija*, 60: 309–327, doi10.5474/geologija.2017.022.

Rajver, D., Šafanda, J. & Dedeček, P. 2006: Monitoring of airground temperature coupling and examples of shallow subsurface warming in Slovenia. *Geologija*, 49/2: 279–293.

Internet 1: GeoPLASMA-CE, spletna stran projekta. <http://www.interreg-central.eu/Content.Node/GeoPLASMA-CE.html> (10. 5. 2018).

Uporaba mobilnih aplikacij ESRI pri geomorfološkem kartiranju fosilnega plaz nad Vranskem

Use of ESRI mobile applications for geomorphological mapping of the fossil landslide in Vransko

Alenka Jelen

GD i d.o.o., Šmartinska 106, 1000 Ljubljana, Slovenija;
alenka.jelen@gdi.net

Fosilni plaz nad Vranskem zajema širše območje južnih pobočij kraške Dobroveljske planote in v preteklih raziskavah ni bil nikoli celostno raziskan. Material plaz – pobočni grušč – je sicer bil kartiran na dveh geoloških kartah (Geološka karta Mozirje ob Savinji ter Osnovna geološka karta SFRJ), a v njunih tolmačih nastanek ni bil nikoli posebej izpostavljen in preučevan (Teller, 1889; Buser, 1979; Premru, 1983). Šele ob gradnji stanovanjskega kompleksa Sončni vrtovi v naselju Brode se je med izkopom gradbenih jam pokazalo, da gre v tem delu za zelo labilno površje. To se je kazalo v reaktivaciji plaz – več zdrsi zemljine, novimi odlomnimi robovi ter vrzeli in razpokami na višje ležečih stanovanjskih hišah in drugih gospodarskih poslopih (Ribičič, 2008a, b, 2009; Jelen, 2011).

Z geomorfološkim kartiranjem je bil fosilni plaz klasificiran v zgornjem delu kot skalni podor, ki je v srednjem zahodnem delu v stiku z vodnim medijem prešel v drobirski tok. V vzhodnem delu je zaradi prisotnosti slabo prepereleli drobnozrnati tufovi plaz v celoti klasificiran kot kamniti plaz. Fosilni plaz časovno ni bil datiran.

Pri geomorfološkem kartiranju sta bili uporabljeni mobilni aplikaciji Collector for ArcGIS in Survey123. S prvo smo zbirali in preverjali prostorske podatke na terenu, z drugo pa smo s pomočjo digitalnih obrazcev pridobivali različne atributne podatke.

V okviru raziskave so bile za uporabo v aplikaciji Collector pripravljene temeljne karte (Digitalni model reliefa iz lidarskega oblaka točk in Osnovna geološka karta 1 : 100.000), pregledne topografske karte in digitalni ortofoto posnetek iz obstoječih javno dostopnih podatkov. Za kartiranje morfografskih elementov so bili izdelani geoobjektni sloji za prikaz lokacij pojavov (točke), za linijske in poligonske elemente (odlomni robovi, erozijski jarki in stratigrafske enote). Omogočeno je bilo dodajanje prilog - fotografija objekta, izdanka itd.

S Survey123 je bil izdelan obrazec z različnimi tipi vprašanj glede na geoobjektni tip (točka, linija, poligon). Z obrazcem smo pridobili opisne morfometrične podatke o odlomnih robovih, velikosti in usmerjenosti plasti, klastov v kamnini itd. ter drugih atributivnih podatkih (o vrsti prisotne kamnine, mehanskih lastnostih kamnine in drugih kvalitativnih podatkih).

Na terenu smo uporabili možnost zbiranja prostorskih in atributivnih podatkov brez povezave in jih kasneje sinhronizirali z ArcGIS Online. Ker Collector omogoča povezavo z drugimi inštrumenti, kot je GPS s visoko natančnostjo, smo vse lokacije določili z uporabo opreme Trimble R1. Takšen način pridobivanja podatkov in njihovo sinhronizacijo bo omogočil prihodnje raziskave aktivnosti fosilnega plazju in izris 3D prikaza plazju.

Obe aplikaciji sta povezani s platformo ArcGIS Online, kamor smo shranili vse pripravljene temeljne karte, geoobjektno sloje in obrazce ter sinhronizirali na terenu zajete prostorske in atributivne podatke. S platformo ArcGIS smo na celovit način zbirali podatke brez nepotrebnega podvajanja vnesenih podatkov, pretvarjanja iz različnih formatov in prepisovanja iz papirnih obrazcev v digitalne tabelarične obrazce.

Literatura

Jelen, A. 2011: Ogroženost v naselju Brode zaradi poplav in zemeljskih plazov. Pisna vaja pri predmetu geografija naravnih nesreč (osebni vir, 4. 4. 2011). Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo, Ljubljana.

Premru, U. 1982: Osnovna geološka karta SFRJ. List Ljubljana. 1 : 100.000. Zvezni geološki zavod, Beograd.

Ribičič, M. 2008a: Zapisnik o terenskem ogledu plazenja območja nad gradnjo stanovanjskega kompleksa Sončni vrtovi (osebni vir, 11. 6. 2008). Ljubljana.

Ribičič, M. 2008b: Zapisnik o terenskem širjenju plazenja območja nad gradnjo stanovanjskega kompleksa Sončni vrtovi (osebni vir, 2. 7. 2008). Ljubljana.

Ribičič, M. 2009: Poročilo o inženirskogeološkem kartiranju plazju na območju Brode, Vransko (osebni vir, 25. 8. 2009). Ljubljana.

Teller, F. 1889: Geologische specialkarte Prassberg an der Sann 1:75.000. Avstrijska geološka uprava, Dunaj.

Satellite interferometry for monitoring Velenje mining land subsidence

Spremljanje posedanja tal zaradi rudarjenja v Velenju s pomočjo satelitske interfereometrije

Mateja Jemec Auflič¹, Anna Barra², Janez Rošar³ & Oriol Monserrat²

¹ Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenia;

mateja.jemec@geo-zs.si

² Centre Tecnològic de Telecomunicacions de Catalunya, Av. Gauss, 7 E-08860 Castelldefels (Barcelona), Spain;

abarra@cttc.cat,

oriol.monserrat@cttc.cat

³ Premogovnik Velenje d.o.o, Partizanska 78, 3320 Velenje, Slovenia;

janez.roser@rlv.si

Radar interferometry is one of the most promising remote sensing techniques for mapping, monitoring and updating regional and local ground subsidence. Satellite interferometry provides long-term, regular, precise measurements of ground displacements over large areas. In this work, we aim to show the potential use of radar interferometry for monitoring land subsidence, evaluating the ground displacement over the time and identifying unstable areas in Velenje Coal Mine area.

The Velenje Coal Mine is one of the largest underground coal mining sites in Europe and is located in the Šaleška Valley between the city of Velenje and the town of Šoštanj in the north of Slovenia. The coal deposit is lens-shaped, 8.3 km long and 2.5 km wide, with a thickness of more than 160 m and a depth from 200 to 500 m. The mining method used is known as Velenje Mining Method (VMM) and is characterized by continuous caving-in of the hanging wall layers, where the length of longwalls amounts from 80 to 210 m and the length of panels vary from 600 to 800 m.

Underground coal mining excavation leads to subsidence of the overlying strata and the formation of surface depressions. The subsidence at the surface does not occur suddenly, but develops progressively as the coal is extracted within the area of influence of the extracted coal panel. Since more excavation panels are active at the same time and the excavation of one begins right after the excavation of another ends, it is hard to talk about the impact of one particular excavation panel to the surface. Consequently, the area is largely affected by subsidence and mining remediation activities.

With this aim, Envisat ASAR data from the 2004 and 2010 and Sentinel 1 data have been processed. Sentinel-1 is a constellation of two satellites, Sentinel-1A and Sentinel-1B, acquiring C-band Synthetic Aperture Radar (SAR) images. Sentinel 1A is the first satellite developed by the European Commission and the European Space Agency for the Copernicus Global Earth Observation Project which was launched in April 2014. Sentinel-1 has short revisit time, which can reach six days and provides dual polarization data over wide areas.

Mikrobni biofilm in rast limonitnih kapnikov v opuščenem rudniku Sitarjevec pri Litiji

Microbial biofilm and growth of limonite speleothemes in abandoned Sitarjevec mine near Litija

Miha Jeršek¹, Blaž Zarnik², Uroš Herlec³,
Mateja Golež⁴, Minka Kovac⁵, Nataša Toplak⁵,
Mateja Kokalj⁶, Anja Klančnik⁶ & Barbara Jeršek⁶

¹ Prirodoslovni muzej Slovenije, Prešernova 20,
1000 Ljubljana, Slovenija;
mjersek@pms-lj.si

² Občina Litija, Jerebova ulica 14, 1270 Litija, Slovenija;
blaz.zarnik@litija.si

³ Oddelek za geologijo, Naravoslovnotehniška fakulteta,
Univerza v Ljubljani, Aškerčeva 12, 1000 Ljubljana;
uros.herlec@gmail.com

⁴ Zavod za gradbeništvo Slovenije, Dimičeva ulica 12,
1000 Ljubljana;
mateja.golez@zag.si

⁵ Omega d.o.o., Dolinškova ulica 8, 1000 Ljubljana;
minka.kovac@omega.si,
natasja.toplak@omega.si

⁶ Oddelek za živilstvo, Biotehniška fakulteta, Univerza v
Ljubljani, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana;
mateja.kokalj@bf.uni-lj.si,
anja.klančnik@bf.uni-lj.si,
barbara.jersek@bf.uni-lj.si

Na širšem območju Sitarjevca pri Litiji so kopali rudo že pred več kot 4000 leti. Leta 1965 so rudnik, potem ko so v preteklosti rudarjenje večkrat prekinili, dokončno opustili. Kopali so živosrebrovo, svinčevo, cinkovo in baritno rudo. V svetovnem merilu je bilo pomembno zaradi najdb največjih kristalov cerusita in cinabarita, mineraloška posebnost pa so črvički samorodnega svinca (Herlec et al., 2005). V opuščenih delih rudnika so zrastle in se ohranili limonitni kapniki. Njihova posebnost je, poleg nenavadne mineralne sestave železovih oksidov in hidroksidov, v tem, da rastejo tudi do 5 cm na leto. Na koncu stalaktitov smo odkrili skoraj brezbarvno sluzasto organsko snov, kar nas je navedlo na misel, da pri rasti limonitnih kapnikov sodelujejo tudi mikroorganizmi prisotni v biofilmih. V okoljskih vzorcih smo glede na sekvence gena 16S rRNA določili mikroorganizme. Semikvantitativna kemična analiza vzorcev je bila izvedena z elektronskim mikroskopom (SEM) JEOL 5500 opremljenim z EDS (*Energy Dispersive X-Ray spectrometry*) analizatorjem, v nizkem vakumu med 10 in 15 Pa in napetosti 20 kV, brez predhodne priprave vzorcev.

V vzorcih aktivnega limonitnega kapnika (vzorec 6), aktivnega limonitnega špageta (vzorec 7), površini limonitnega kapnika (vzorec 3), vodni usedlini (vzorec 4) in lišajih na stropu (vzorec 5) so prevladovala gramnegativne palčke rodov *Pseudomonas* (*P. koreensis*, *P. plecoglossicida*, *P. putida*, *P. monteilii*) in *Rahnella* (*R. aquatilis*, *Rahnella* sp.), medtem ko smo v vodi kjer ni bilo kapnikov (vzorec 10) in skorji na stoječi vodi (vzorec 2) določili bakterije vrste *Acinetobacter pittii*. Pregled vzorcev s SEM in elementna analiza so pokazali, da je na površini limonitnega kapnika (vzorec 3) mikrobni biofilm, saj je bila vsebnost ogljika

povsod večja od 50 %, medtem ko smo na drugem vzorcu (vzorec 2) določili povečano vsebnost ogljika le na posameznih mestih. Bakterije rodu *Pseudomonas* so ubikvitarne okoljski mikroorganizmi z dobro sposobnostjo tvorbe biofilma, kar jim omogoči povečano odpornost proti okoljskim vplivom in tako dobro rast v različnih okoljih (Roosa et al., 2014). Za bakterije rodu *Rahnella* so mikrobno biomineralizacijo ugotovili že Meier et al. (2017). Tudi v rudniku Sitarjevec zaradi posebnih okoljskih razmer verjetno mikrobni biofilmi vplivajo na hitro rast in morfologijo limonitnih kapnikov. Preliminarni rezultati preiskav to potrjujejo.

Literatura

Herlec, U., Dolinšek, M., Geršak, A., Jemec, M., Kramar, S. 2005: Minerali žilnih rudišč v Posavskih gubah in rudnika Sitarjevec pri Litiji. V: Jeršek, M., Mineralna bogastva Slovenije, Scopolia, Suppl. 3, Prirodoslovni muzej Slovenije, Ljubljana: 52–65.

Meier, A., Kastner, A., Harries, D., Wierzbicka-Wieczorek, M., Majzlan, J., Büchel, G., Kothe, E. 2017: Calcium carbonates: induced biomineralization with controlled macromorphology. *Biogeosciences*, 14: 4867–4878.

Roosa, S., Wauven, C.V., Billon, G., Matthijs, S., Wattiez, R., Gillan, C.G. 2014: The *Pseudomonas* community in metal-contaminated sediments as revealed by quantitative PCR: a link with metal bioavailability. *Research in Microbiology*, 165: 647–656.

Plaz Čikla v Karavankah

Čikla landslide in Karavanke Mts. (NW Slovenia)

Jernej Jež, Tina Peternel, Blaž Milanič, Anže Markelj,
Matevž Novak, Bogomir Celarc, Mitja Janža &
Mateja Jemec Auflič

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14,
1000 Ljubljana, Slovenija;
jernej.jez@geo-zs.si

Pas tektonsko bolj ali manj zdrobljenih mlajšepaleozojskih kamnin, večinoma pokritih z debelim pokrovom preperine in/ali pobočnimi gruščmi, se pojavlja vzdolž celotne cone Košutinega preloma med dolino Završnice in Planino pod Golico na nadmorski višini med 900 in 1300 m. V tem pasu so zemeljski plazovi različnih pojavnih oblik zelo pogosti. Pojavljajo se tudi obsežni in globoki plazovi. Občasne intenzivne ali dolgotrajne padavine skupaj s taljenjem snega pogosto pripomorejo k aktivaciji labilnih ali re-aktivaciji že v preteklosti nestabilnih območij.

Raziskave aluvialnih vršajev v dolini Save so pokazale, da je omenjena cona visoko v pobočjih Karavank v preteklosti prispevala material za nastajanje velikih sedimentnih teles v dolini. Dolinske akumulacije drobirja in nanosov so nedvomno tudi rezultat preteklih drobirskih tokov (Jež et al., 2008).

Plaz Čikla se nahaja v zahodnem delu Karavank, nad vasjo Koroška Bela, na nadmorski višini med 1050 in 1200 m. Prve podrobne terenske raziskave so bile opravljene v letu 2017

z namenom ugotoviti potencialne nevarnosti za spodaj ležeča naselja in infrastrukturo. Zajemale so inženirsko-geološko in hidrogeološko kartiranje, geomehansko sondiranje, geofizikalne raziskave ter geotehnične in hidrogeološke meritve. Pred tem plaz Čikla ni bil geološko opisan ali opazovan.

Plazeči material sestavljajo blokovi karbonatni pobočni grušč, peščeni karbonatni grušč, aluvialne pahljače, bloki dolomita ter zdrobljeni temnosivi skrilavi glinavci in mestoma peščenjaki. Karbonatni pobočni grušč izvira iz strmih sten v širšem zaledju pobočja Belščice (2017 m) in se gravitacijsko nalaga na spodaj ležeče klastične kamnine. Prav tako tudi peščeni karbonatni grušč, ki se je v zaledju plazu Čikla akumuliral vzdolž hudourniških grap s hudourniški procesi. Razpokan permski dolomit gradi navpično steno v zgornjem delu plazu in je, kot kaže, tektonsko umeščen med drobnozrnate glinavce, meljevce in peščenjake karbonske starosti. Na kontaktu med drobnozrnatimi klastičnimi kamninami v podlagi in karbonatnimi grušč izdanja podzemna voda v obliki izvirov ali močil. Največja širina trenutno premikajočega se plazu Čikla je okoli 105 m, največja dolžina 130 m. Površina plazu znaša okrog 8.000 m², maksimalna globina pa okoli 25 m.

Na plazu Čikla so bili zaznani različni tipi pobočnih premikov. V skrajnem zgornjem delu razpokana dolomitna stena razpada na velike skalne bloke, dimenzij tudi do več 10 m³. Bloki padajo in se prevračajo v obliki skalnega podora. V večjem delu plazu se mešani gruščnati material in deloma klastične kamnine podlage premikajo kot počasno translacijsko plazenje. Del osrednjega dela plazu pa se je v nekaj intenzivnih dogodkih premaknil kot z vodo nasičeni masni tok, katerega material se je odložil več 100 m daleč vzdolž struge potoka Čikla. Eden večjih takšnih dogodkov se je zgodil med močnim večdnevno deževjem aprila 2017. Ves material se odlaga v strugi potoka Čikla tik pod njenim izvirom.

Stalne spremembe na površini plazu, odprte razpoke v zaledju plazu, nihanje gladin podzemne vode in zabeleženi premiki v inklinacijskih vrtnah nakazujejo na aktivno premikanje plazu Čikla. Plaz se trenutno širi v smeri proti severu in vzhodu. Možni razvoj dogodkov, npr. nenadni premik večjih mas in zajezev potoka ter dotok večjih količin vode iz zaledja, bi lahko povzročil preobrazbo mešanice v masni tok sedimentov in posledično nevarnost za spodaj ležeče naselje Koroška Bela. Zaradi tega v prihodnje načrtujemo nadaljnje aktivno spremljanje premikov plazu.

Literatura

Jež, J., Mikoš, M., Trajanova, M., Kumelj, Š., Budkovič, T. & Bavec, M. 2008: Koroška Bela alluvial fan – the result of the catastrophic slope events (Karavanke Mountains, NW Slovenia). *Geologija*, 51/2: 219–227.

Biogeochemical characterization of different geological media (coalbed gases, groundwater, lignite) from Velenje coal basin

Biogeokemična karakterizacija različnih geoloških medijev (premogovni plini, podzemna voda, lignit) iz Velenjskega premogovnega bazena

Tjaša Kanduč¹, Zdenka Šlejkovec¹, Polona Vreča¹, Zoran Samardžija², Mirijam Vrabec³, Marko Vrabec³, Timotej Verbovšek³, Sergej Jamnikar⁴, Darian Božič⁴, Marjan Lenart⁴, Kip Solomon⁵, Jennifer McIntosh⁶ & Fausto Grassa⁷

¹ Department of Environmental Sciences, Jožef Stefan Institute, Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana, Slovenia; tjas.kanduc@ijs.si, zdenka.slejkovec@ijs.si, polona.vreca@ijs.si

² Department of Nanostructured Materials, Jožef Stefan Institute, Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana, Slovenia; zoran.samardzija@ijs.si

³ Department of Geology, University of Ljubljana, Faculty of Natural Sciences and Engineering, Aškerčeva 12, 1000 Ljubljana, Slovenia; mirijam.vrabec@ntf.uni-lj.si, marko.vrabec@ntf.uni-lj.si, timotej.verbovsek@ntf.uni-lj.si

⁴ Velenje Coal Mine d.o.o., Partizanska 78, 3320 Velenje, Slovenia; sergej.jamnikar@rlv.si, darian.bozic@rlv.si, marjan.lenart@rlv.si

⁵ Department of Geology and Geophysics, The University of Utah, 115 S 1460, E RM 205, Salt Lake City, USA; kip.solomon@utah.edu

⁶ Department of Hydrology and Atmospheric Sciences, University of Arizona, 1133 E. James E. Rogers Way, Tucson, AZ 85721, USA; jenmc@email.arizona.edu

⁷ Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Palermo, Via Ugo La Malfa, 153, 90146, Palermo, Italy; fausto.grassa@ingv.it

The Velenje basin, in northern Slovenia near the town of Velenje, is one of the largest actively mined coal basins in central Europe, producing around 4 million tons of lignite per year. Large amounts of groundwater are extracted from Velenje basin aquifers to facilitate underground mining of coal (Kanduč et al., 2014), and coal seam gas outbursts are a serious mine safety concern (Kanduč et al., 2016). This study investigates biogeochemical and hydrogeochemical processes within in the Velenje coal basin by analyzing the isotopic composition of 1) coalbed gases, 2) precipitation and groundwater, 3) mineralization in lignite (Kanduč et al., 2018) and 4) lignite. This on-going research (over the last 10 years) has been financially supported by the Slovenian Research Agency (ARRS) and Velenje Coal Mine d.o.o.

Molecular (CH₄, CO₂) and isotopic composition ($\delta^{13}\text{C}_{\text{CO}_2}$ and $\delta^{13}\text{C}_{\text{CH}_4}$) of coalbed gases from active excavation fields (Preloge and Pesje) in the Velenje basin have been

analyzed since 2000. The Carbon Dioxide Methane Index (CDMI) was introduced as a crucial parameter of zones dangerous for gas outbursts. Areas with high CDMI have high CO₂ concentrations and are characteristic of areas with greater gas outburst potential (Kanduč et al., 2016).

The geochemical and isotopic composition of surface waters, groundwater and precipitation were analyzed over a 5-year period (2010 - 2015) to better constrain biogeochemical processes and the source of waters in the basin. Additionally, SEM microscopy was performed to decipher the mineralogical composition of the aquifer. Groundwater dewatering Pliocene aquifers is influenced by microbial methanogenesis with $\delta^{13}\text{C}_{\text{CH}_4}$ values from -77.7 to -51.4‰ and $\delta\text{D}_{\text{CH}_4}$ from -247 to -162‰, and shows evidence of sulfate reduction. Coal samples from the Velenje coalmine from excavation field -50/C were divided into organic-rich and inorganic-rich samples according to the percentage of organic carbon. Oxides of the major elements (SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, MgO, CaO, Na₂O, K₂O, TiO₂, P₂O₅, MnO, Cr₂O₃), toxicologically and environmentally relevant elements (As, Ba, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Se, Th, U, V, Zn), and other trace elements (Ce, Cs, Dy, Er, Eu, Gd, La, Nb, Nd, Pr, Rb, Sm, Sr, Tb, Y, Zr) were determined in sample digests using ICP-MS.

References

- Kanduč T., Grassa F., McIntosh J., Stibilj V., Ulrich-Supovec M., Supovec I. & Jamnikar S. 2014: A geochemical and stable isotope investigation of groundwater/surface water interactions in the Velenje Basin, Slovenia. *Hydrogeol. J.*, 22: 971-984, doi:10.1007/s10040-014-1103-7.
- Kanduč T., Zavšek S., Jamnikar S. & Verbovšek T. 2016: Spatial distribution and origin of coalbed gases at the working faces of the Velenje Coal Basin, Slovenia, since the year 2000 RMZ – Materials and geoenvironment: periodical for mining, metallurgy and geology, 63, 213-225, doi:10.1515/rmzmag-2016-0019.
- Kanduč T., Vreča P., Gregorin Š., Vrabec Ma., Vrabec Mi. & Grassa F. 2018: Authigenic mineralization in low rank coals from the Velenje Basin, Slovenia. *Journal of sedimentary research*, 88: 201-213, doi:10.2110/jsr.2018.7.

Nahajališča zemeljskega plina na naftno-plinskem polju Petišovci

Natural gas deposits on the oil-gas field Petišovci

Jernej Kerčmar

Petrol Geoterm d.o.o., 9220 Lendava, Slovenija;
jernej.kercmar@petrol.si

V Sloveniji imamo v Panonskem bazenu naftno-plinska ležišča v sedimentnih kamninah neogenske starosti. Najbolj znana med njimi so ležišča, ki se nahajajo na območju Petišovcev pri Lendavi in sicer ločimo plitka ležišča od 1000 m do 2000 m globine in globoka ležišča od 2000 m pa do terciarne podlage, ki pa so ekonomsko bolj perspektivna.

Za nastanek ležišč z ogljikovodiki so potrebni trije pogoji, in sicer; matična kamnina, v kateri ogljikovodiki nastanejo, (podlaga ali talnina), kolektorska porozna kamnina, v katero se ogljikovodiki ujamajo) in zgornja neprepustna kamnina (krovnina). Poleg geološke strukture pa so potrebni še temperatura, tlak in čas, da organska snov pri redukcijskih pogojih preide skozi faze diagenese v ogljikovodike, kot jih poznamo danes.

Vsako nahajališče ogljikovodikov, ki se odkrije in ima ekonomsko pomembne zaloge za proizvodnjo, gre skozi pet stopenj razvoja ležišča. Najprej se naredijo raziskave (geološke, geofizikalne, itd.), potem se te raziskave ocenijo s 3-D geološkimi modeli, sledi razvoj celotnega polja (geološke in bilančne zaloge vseh ležišč), nato faza proizvodnje in na koncu faza sanacije polja.

V Sloveniji smo največ zemeljskega plina proizvedli iz ležišč Petišovci-globoko, in sicer od leta 1963 pa do leta 2017, skupaj več kot 341 milijonov Sm³. V zadnjih letih se polje dodatno razvija z obdelavo perspektivnih ležišč zemeljskega plina (Petišovci-globoko), ki pa so trenutno še v testni fazi proizvodnje iz vrtin Pg-10 in Pg-11A.

Literatura

- Bokor, N., Sačer, D., Bauk, A. & Sečen, J. 1986: Elaborat o rezervama plina Petišovci-globoko, INA-Nafta Lendava: TOZD RNPN, OE Raziskave, Lendava.
- Jahn, F., Cook, M. & Graham, M. 2003: Hydrocarbon Exploration and Production. Development in Petroleum Science 46. United Kingdom: 388 p.
- Kraljič, M., Kerčmar, J., Horn, B. & Lugomer-Pohajda, R. 2015: Rudarski projekt za izkoriščanje nafte in plina na pridobivalnem prostoru Petišovci-Dolina, Št. proj.: RPZI/02/15, PETROL GEOTERM d.o.o., Lendava.

Vision, mission, goals and activities of EIT RawMaterials

Vizija, poslanstvo, cilji in dejavnosti EIT RawMaterials

Markus Klein

EIT RawMaterials GmbH, Tauentzienstrasse 11, 10789 Berlin, Germany;
markus.klein@eitrawmaterials.eu

The supply and affordability of raw materials are of strategic importance for the future of the European economy and society.

Europe is home to world leaders in manufacturing, game-changing innovative technologies and an entrepreneurial infrastructure that can boost the transition to a resource-efficient and sustainable society. A sustainable supply of raw materials is vital for both this transition and for Europe's industrial activity.

EIT RawMaterials was designated as an EIT Knowledge and Innovation Community (KIC) by the EIT Governing Board on 09 December 2014. It's vision is to develop raw

materials into a major strength for Europe - this will be realised by integrating knowledge from industry, higher education and research by engaging stakeholders from the entire raw materials value chain. EIT RawMaterials promotes increased resource efficiency and the improvement of processes and products, supports the introduction of new, innovative technologies and rethinks our current linear economic model to move towards a circular approach. Further focus areas are to increase human capital in the raw materials sector and promote entrepreneurial education at all levels.

EIT RawMaterials sees a Europe with industrial strength built on a foundation of efficient, secure and sustainable supply and use of raw materials. In this vision, products, processes and solutions are geared towards the closure of closely interconnected material cycles. These dynamic and rapidly changing material cycles will attract new investments, enhance the innovation capacity for competitiveness and incite the interest of talented, skilled, entrepreneurial employees. The aim is for society as a whole to appreciate the value of raw materials and perceive the sector as innovative and attractive.

The mission of EIT RawMaterials is to boost the competitiveness, growth and attractiveness of the European raw materials sector via radical innovation, new educational approaches and guided entrepreneurship.

EIT RawMaterials is the strongest consortium ever created in the world in the raw materials field. It consists of more than 120 partners from 23 European countries today. It's approach pays particular attention to systemic thinking and de-siloing across the value chain. Novel service offerings have been implemented to empower the EIT RawMaterials community and other stakeholders, including four customised tracks focusing on growth and job creation by boosting start-ups, SMEs, radical innovation and education.

EIT RawMaterials generates significant impact on European competitiveness and employment. This is realised through the introduction of innovative and sustainable products, processes and services and well-educated people that will deliver increased economic, environmental and social sustainability to European society.

Within the EIT's Regional Innovation Scheme (RIS) frame EIT RawMaterials has a particular focus on those countries in Europe that are considered to be modest and moderate innovators. The objective is to bringing the EIT RIS eligible regions and countries to the EIT RawMaterials and the EIT RawMaterials to the EIT RIS eligible regions and countries. Thus the goal is to contribute to enhancing the innovation capacity of the EIT RIS eligible countries and regions by transferring KIC good practice of the Knowledge Triangle Integration by all means, including through the existing Partner network and opening up to entities that are currently not KIC partners, by targeted support to individuals and entities from EIT RIS eligible countries in order for them to take part in KICs activities, and by engaging with raw materials value chain related local innovation eco-system players and building sustained relationships and partnerships.

Konodonti – njihov pomen za stratigrafijo Slovenije

Conodonts – their importance for stratigraphy of Slovenia

Tea Kolar-Jurkovšek

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

tea.kolar@geo-zs.si

Konodonti (grško: *kōnos* = stožec, *dont* = zob) so fosili, združeni v samostojni razred izumrle skupine Conodonta. Ta v biološkem sistemu spada v deblo strunarjev (Chordata). Konodontne živali so znane večinoma le po zobem podobnih tvorbah iz apatita, velikih od 0,2 do 6 mm, najdenih v paleozojskih in triasnih morskih sedimentnih kamninah. Njihova kemična sestava je omogočila, da so se v kamninah ohranili nespremenjeni skozi dolga časovna obdobja. Najzgodnejši konodonti so se pojavili verjetno že v predkambriju, zanesljivo pa je njihova prisotnost potrjena v spodnekambrijskih morskih sedimentih. Po njihovi hitri radiaciji in diverzifikaciji v kambriju je zaradi globalnih klimatskih sprememb sledilo še nekaj večjih nihanj števila rodov. Največje izumiranje v zadnjih 550 milijonih let zemeljske zgodovine je bilo med permom in triasom, pred 251 milijoni let. Izumiranje, v katerem je izginilo kar 96 % vseh morskih vrst, je ogrozilo tudi konodontne. Sledil je ponovni razcvet, ki je trajal vse do mlajšega triasa, ko sta postopoma pričela upadati tako število konodontnih rodov kot njihova velikost. Zagotovo so bili glavni sprožilci dokončnega izumrtja konodontov v tesni povezavi z napredujočim razpadanjem nadceline in spremljajočo močno povečano vulkansko aktivnostjo.

Konodontne živali so naseljevale številne morske habitate. Med njimi so zastopane tako odprtomorske oceanske vrste kot tudi vrste, ki so se prilagodile plitvomorskim razmeram obkontinentalnih morij. Zato so številne med njimi izjemno pomembne za razumevanje paleoekoloških in paleogeografskih razmer v paleozoiku in triasu. Nedvomno so bili konodonti ena od najuspešnejših živalskih skupin, saj so naseljevali planet več kot 300 milijonov let. Ves čas so se hitro razvijali, dosegali veliko geografsko razširjenost, posamezne oblike pa so prisotne v kamninah zelo kratkih geoloških obdobj, kar je osnovna značilnost dobrih vodilnih fosilov.

Prve raziskave konodontov v Sloveniji segajo v šestdeseta leta preteklega stoletja, v čas izdelave Osnovne geološke karte Jugoslavije v merilu 1 : 100.000 in so še danes ena od najpomembnejših paleontoloških metod, ki jih opravljamo na Geološkem zavodu Slovenije. Predstavljeni so rezultati dolgoletnih sistematskih raziskav konodontov Slovenije v morskih sedimentnih kamninah Vzhodnih in Južnih Alp, Zunanjih Dinaridov ter prehodnega območja med Zunanji in Notranji Dinaridi. Na osnovi raziskanih konodontnih vrst je bila izdelana konodontna conacija za mlajše paleozojske in triasne plasti Slovenije. Ugoto-

vljenih je bilo 7 konodontnih con v devonskih, karbonskih in permskih plasteh in 35 konodontnih con, ki obsegajo plasti od permsko-triasne meje do konca triasa, ko so dokončno izumrle tudi najmlajše oblike konodontnih živali.

Cretaceous–Paleogene boundary tsunamite on Adriatic carbonate platform and possible source of a megatsunami

Cunamit s kredno-paleogenske meje na Jadranski karbonatni platformi in verjetni izvor megacunami

Tvrtko Korbar

Croatian Geological Survey, Department of Geology,
Sachsova 2, 10000 Zagreb, Croatia;
tkorbar@hgi-cgs.hr

The Cretaceous–Paleogene (K–Pg) boundary is characterized by major global extinction and extraordinary sedimentary perturbations around the Gulf of Mexico, which are related to the Chicxulub asteroid impact on Yucatan that occurred 66 million years ago (Alvarez et al., 1980; Schulte et al., 2010). Although the K–Pg boundary hiatus is a common feature within the shallow marine successions on almost the entire Adriatic Carbonate Platform s. str. (ACP, Korbar, 2009), there are at least two exceptional sections on Hvar and Brač islands (Dalmatia, Croatia) that are characterized by continuous sedimentation and an unusual deposit at the K–Pg boundary (Korbar et al., 2015, 2017a), which can be interpreted as a major tsunamite related to the impact. Besides, there is a new discovery at Pivka (Slovenia) - distinct bioclastic intercalation within Maastrichtian to Paleocene succession of predominantly micritic limestones of Liburnian formation (Korbar et al., 2017b).

The Chicxulub impact seismicity may have caused the collapse of the concave-shaped North American southeastern margin (Korbar, submitted), generating a hypothetical megatsunami that would directly strike the eastern Atlantic margins a few hours later (Korbar et al., 2015). Thus, the potentially key-sections that are to be investigated are situated in NW Africa. The tsunami could pass through a deep seaway between Atlantic and Tethys oceans and finally terminate on the ACP. If the K–Pg boundary trans-Atlantic megatsunami occurred, along with the sedimentary perturbations that were observed around the Gulf of Mexico region, it would be the largest known hydrodynamical and depositional event in Earth's history. Besides, it would confirm the paleogeographic interpretation of western Tethys based on the most relevant geodynamic reconstructions of the Alpine orogenesis in the western Mediterranean.

References

Alvarez, L.W., Alvarez, W., Asaro, F. & Michel, H.V. 1980: Extraterrestrial cause for the Cretaceous–Tertiary extinction.

Science, 208: 1095–1108.

Korbar, T. 2009: Orogenic evolution of the External Dinarides in the NE Adriatic region: A model constrained by tectonostratigraphy of Upper Cretaceous to Paleogene carbonates. *Earth-Science Reviews*, 96: 296–312.

Korbar, T. (submitted): The Cretaceous–Paleogene boundary tsunamite on the Adriatic carbonate platform and possible source of a hypothetical Atlantic-to-western-Tethys megatsunami. *GSA Spec.*

Korbar, T., Montanari, A., Premec-Fuček, V., Fuček, L., Cocconi, R., McDonald, I., Claeys, P., Schulz, T. & Koeberl, C. 2015: Cretaceous–Paleogene boundary tsunami deposit in the intra-Tethyan Adriatic carbonate platform section of Hvar (Croatia). *GSA Bull.*, 127: 1666–1680.

Korbar, T., McDonald, I., Premec Fuček, V., Fuček, L. & Posilović, H. 2017a: Post-impact event bed (tsunamite) at the Cretaceous–Palaeogene boundary deposited on a distal carbonate platform interior. *Terra Nova*, 29: 135–143.

Korbar, T., Jež, J., Čosović, V., Fuček, L. & Cvetko Tešović, B. 2017b: Preliminary report on a distinct Cretaceous–Paleogene boundary event bed in the NW part of the Adriatic Carbonate Platform (Pivka area, Kras region, SW Slovenia). Poster presentation, GSA Penrose conference, Aipiro, Italy.

Schulte, P. et al. 2010: The Chicxulub asteroid impact and mass extinction at the Cretaceous–Paleogene Boundary. *Science*, 327: 1214–1218.

Določanje organskih onesnaževal v podzemni vodi

Determination of organic pollutants in groundwater

Anja Koroša¹, Nina Mali¹ & Primož Auersperger²

¹ Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

anja.korosa@geo-zs.si,

nina.mali@geo-zs.si

² JP VODOVOD-KANALIZACIJA d.o.o., Vodovodna cesta 90, 1000 Ljubljana, Slovenija;

primoz.auersperger@vo-ka.si

Novodobna organska onesnaževala (*Emerging Organic Compounds* – EOC) so snovi, ki vstopajo v okolje kot posledica različnih antropogenih dejavnosti (Stuart et al., 2012; Lapworth et al., 2015; Koroša et al., 2016; Mali et al., 2017). Med njih štejemo pesticide, ostanke zdravil, izdelke za osebno nego, topila, spojine iz industrije, itd. (Stuart et al., 2012). Vedenje in znanje o njihovi prisotnosti ter razumevanje njihovih lastnosti, transportnih poti in obstojnosti v okolju ter podzemni vodi, je zelo pomembno, saj lahko nekatera od teh onesnaževal vplivajo tudi na zdravje ljudi.

Razvoj na področju vzorčenja in ocene kakovosti vode narekuje izboljšanje analitskih metod, ki podpirajo programe monitoringa. V zadnjih treh desetletjih se kot alternativa ustaljenim tehnikam pojavljajo tudi pasivni vzorčevalniki (Vrana et al., 2005). V nasprotju z navadnim vzorčenjem, je pasivno vzorčenje manj občutljivo

na naključno ekstremno nihanje koncentracij organskih onesnaževal v naravnih vodah. Prav tako je s pasivnimi vzorčevalniki mogoče zaznati širok spekter onesnaževal naenkrat (Vrana et al., 2005). Pasivni vzorčevalniki lahko zajamejo dolgo obdobje vzorčenja, vključno s koncentracijami onesnaževal v daljšem časovnem obdobju (Nyoni et al., 2011; Wille et al., 2011). V primerjavi z običajnim vzorčenjem podzemne vode, uporaba pasivnih vzorčevalnikov bistveno zmanjša analitične stroške.

Metodo pasivnih vzorčevalnikov smo uporabili na območju Dravskega polja, kjer smo določili prisotnost EOC v podzemni vodi. V prispevku bomo predstavili nekaj primerov uporabe pasivnih vzorčevalnikov v podzemni vodi Dravskega polja, ter povezavo med antropogenimi dejavnostmi na površju vodonosnika ter zaznanimi EOC v podzemni vodi.

Literatura

- Koroša, A., Auersperger, P. & Mali, N. 2016: Determination of micro-organic contaminants in groundwater (Maribor, Slovenia). *Science of The Total Environment*, 571: 1419-1431.
- Lapworth, D.J., Baran, N., Stuart, M.E., Manamsa, K. & Talbot, J. 2015: Persistent and emerging micro-organic contaminants in Chalk groundwater of England and France. *Environmental Pollution*, 203: 214-225.
- Mali, N., Cerar, S., Koroša, A. & Auersperger, P. 2017: Passive sampling as a tool for identifying micro-organic compounds in groundwater, *Science of The Total Environment*, 593-594: 722-734.
- Nyoni, H., Chimuka, L., Vrana, B. & Cukrowska, E. 2011: Membrane assisted passive sampler for triazine compounds in water bodies – characterization of environmental conditions and field performance. *Analytica Chimica Acta*, 694 (1-2): 75-82.
- Stuart, M., Lapworth, D., Crane, E. & Hart, A. 2012: Review of risk from potential emerging contaminants in UK groundwater. *Science of The Total Environment*, 416: 1-21.
- Vrana, B., Allan, I.J., Greenwood, R., Mills, G.A., Dominia, E., Svensson, K., Knutsson, J. & Morrison, G. 2005: Passive sampling techniques for monitoring pollutants in water, *TrAC* 24 (10): 845-868.
- Wille, K., Claessens, M., Rappe, K., Monteyne, E., Janssen, C.R., De Brabander, H.F. & Vanhaecke, L. 2011: Rapid quantification of pharmaceuticals and pesticides in passive samplers using ultra high performance liquid chromatography coupled to high resolution mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1218 (51): 9162-9173.

Cementitious properties of binder Petrit-T developed within the MIN-PET project

Cementne lastnosti veziva Petrit-T, razvitega v okviru projekta MIN-PET

Sabina Kramar¹, Lidija Korat¹, Lina Završnik¹, Vilma Ducman¹, Remus Iacobescu², Lubica Kriskova², Yiannis Pontikes² & Björn Haase³

¹ Slovenian National Building and Civil Engineering Institute, Dimičeva ulica 12, 1000 Ljubljana, Slovenia;

*lidija.korat@zag.si,
lina.zavrsnik@zag.si,
sabina.kramar@zag.si,
vilma.ducman@zag.si*

² KU Leuven, Department of Materials Engineering, Kasteelpark Arenberg 44, 3001 Leuven, Belgium;

*remusion.iacobescu@kuleuven.be,
lubica.kriskova@kuleuven.be,
yiannis.pontikes@kuleuven.be*

³ Höganäs Sweden AB, S-263 83 Höganäs, Sweden; *bjorn.haase@hoganas.com*

Different types of industrial by-products and/or waste can be used in the construction sector, which is able to absorb large quantities of immobilized secondary raw materials, thus significantly reducing the land-filling of potentially useful materials and simultaneously preserving natural resources. There is also a search for ways to reduce the global CO₂-emissions related to the production of Portland cement, in which, for instance, industrial by-products and waste could be used, both as supplementary cementitious materials (SCM) and as alternative raw materials/fuels. Alternative cements can also be considered (Gartner, 2004).

Various metallurgical slags are generated in the ferrous industry, generally identified as blast furnace slag (GBS – granulated blast furnace slag, ABS – air-cooled blast furnace slag) and steel slags (BOF – basic oxygen furnace slag, EAF C – electric arc furnace slag from carbon steel production, EAF S – electric arc furnace slag from stainless/high alloy steel production, SMS – secondary steel slag). Depending on their characteristics, metallurgical slags can be treated and utilized in different ways, however, some industries are still severely challenged by the efficient utilization of large quantities of generated slags (Yi et al., 2012).

The main objective of the MIN-PET project is to use Petrit-T, a high-quality industrial by-product obtained from sponge iron manufacturing, with little current utilization, as an inorganic binder raw material to yield geopolymer-based materials. The cement/hydraulic binder Petrit-T was prepared by converting a Ca-Si-rich metallurgical residue (MR) with approximately 20 wt % amorphous carbon into the hydraulic binder (Kriskova et al., 2017). For this purpose, the MR was heated, without any additions, to a temperature of 1350 °C, as a first step, whereas in the second step the original of the MR was adapted

towards a conventional OPC clinker composition.

The properties of the investigated mineral binder were assessed with respect to their use as (i) cement and/or (ii) SCM. Thus, the first set of tests included the determination of selected chemical parameters (i.e. the major oxides, sulfate, chloride, insoluble residue, loss on ignition, etc.), setting time and soundness, as well as compressive and flexural strength at 28 and 90 days (according to EN 197-1). Additionally, the pozzolanicity of the product was investigated (according to EN 196-5). The product was also assessed as a potential SCM by means of the strength activity index – SAI, which is defined in EN 450-1.

The preliminary results showed that the majority of the selected parameters of the developed binder meet the requirements of the standard for OPC cement, although the binder did not meet the criteria for »pozzolanic cement«. On the other hand, when assessed as a SCM, it did meet the criteria for the above-mentioned SAI, both after 28 and 90 days.

Acknowledgements: Financial support for the research was obtained within the scope of the EIT Raw Materials project 15035: »MIN-PET: Mineral products from Petrit-T sidestream technology«.

References

- Gartner, E. 2004: Industrially interesting approaches to »low-CO₂« cements. *Cem. Concr. Res.*, 34: 1489–1498.
- Kriskova, L., Iacobescu, R.I., Legemza, J., Findorak, R., Cizmarova, M., Pandelaers, L. & Pontikes, Y. 2017: Synthesis of a hydraulic binder from a Ca-Si based metallurgical residue through high temperature post-treatment. 5th International Slag Valorisation Symposium: 275–278.
- Yi, H., Xu, G., Cheng, H., Wang, J., Wan, Y. & Chen, H. 2012: An overview of utilization of steel slag, *Procedia Environ. Sci.*, 16: 791–801.

Ledenodobni velikan iz Nevelj – 80 let od odkritja mamuta

Ice Age giant from Nevlje – 80 years since discovery of woolly mammoth

Matija Križnar

Prirodoslovni muzej Slovenije, Prešernova 20, 1000 Ljubljana, Slovenija;
mkriznar@pms-lj.si

Leta 2018 praznujemo osem desetletij od odkritja in izkopavanja ostankov mamuta iz Nevelj. Danes okostje mamuta še vedno buri domišljijo obiskovalcev in je osrednji eksponat Prirodoslovnega muzeja Slovenije.

Kosti mamuta so odkrili leta 1938 med regulacijo struge potoka Nevljica pri Nevljah. Delavci, ki so kopali ročno, so 14. marca naleteli na neobičajne »štore«, ki so moleli iz glinene plasti. Izkazalo se je, da gre za kosti mamuta

Mammuthus primigenius (Blumenbach). Izkopavanje je prevzel takratni Prirodopisni oddelek Narodnega muzeja iz Ljubljane (Kos, 1939a, b). Za tiste čase sodobno in temeljito izkopavanje je vodil dr. Fran Kos in o izkopavanjih redno poročal. V enem izmed zapisov piše dr. Kos o ostankih mamuta, ki jih je »nek Kamničan« kazal v gostilni, v drugem zapisu pa o problemu stražnikov, ki niso ravno vestno stražili okoli najdišča mamuta in dovolili obiskovalcem prosti dostop do kosti (Križnar, 2014). Za izkopavanje so imeli zelo malo časa, saj so Kamničani želeli nadaljevati regulacijo, tudi zaradi napovedanih vremenskih razmer. Tako so izkopali preko 150 kvadratnih metrov veliko površino in našli skoraj popolno okostje mamuta (okoli 140 kosti). Na žalost so bile mnoge kosti izjemno krhke in so se uničile ter močno poškodovale že med samim izkopavanjem. V začetku aprila 1938 so zaradi nadaljevanja regulacije morali končati z izkopavanjem, a izkopane kosti so še vedno shranjevali v neki stavbi pri Kamniku (Križnar, 2014).

Izkopane in z mavčnimi ovoji zaščitene kosti so v Ljubljano prispale šele skoraj mesec kasneje (maj 1938). Po pregledu stanja in količine izkopanih ostankov je dr. Kos ocenil, da bodo za osnovno utrjevanje in zaščito kostnih ostankov potrebovali vsaj pol leta. Ker pri tem niso imeli veliko izkušenj so se na pomoč obrnili tudi v avstrijski Gradec dr. Valterju Schmidu. S preparacijo mamutovih kosti so delno končali aprila 1939 in se počasi pripravljali tudi na sestavljanje in postavljanje okostja v razstavne namene. Neprestano primanjkoval denarja je celotni postopek upočasnjevalo in šele proti koncu leta 1941 so okostje postavili na ogled (Križnar, 2014). Mamutovo okostje so opremili tudi z evidenčno številko 1056.

Originalne kosti so v muzejskih prostorih, kljub dobri zaščiti pričele propadati. V več kot petih desetletjih so mnoge kosti vidno poškodovane in uničene. Zato so se takratni muzejski delavci z paleontologinjo Katarino Krivic odločili za impregnacijo mamutovih kosti. To so izvedli v posebno izdelani vakuumski komori, ki so jo razvili z Inštitutom Jozef Stefan (Gasperič & Krivic, 1997). Po impregnaciji kosti se je pokazala potreba tudi po izdelavi replike okostja, ki so jo izvedli muzejski konservatorji in restavratorji tehniki (Borut Tome in drugi). Danes si tako lahko v razstavni dvorani ogledate repliko okostja neveljskega mamuta, originalne kosti pa so varno shranjene v muzejskih depojskih prostorih.

Literatura

- Gasperič, J. & Krivic, K. 1997: Vakuumska impregnacija fosilnih kosti. *Geološki zbornik*, 13: 100–103.
- Kos, F. 1939a: Neveljski paleolitik. *Glasnik Muzejskega društva za Slovenijo*, 20: 25–65.
- Kos, F. 1939b: Paleolitske najdbe ob Nevljici. *Etnolog*, 11: 417–419.
- Križnar, M. 2014: Neveljski mamut v nekaterih arhivskih zapisih. *Argo*, 57/1: 63–67.

Zbirka podatkov o vrtnah in njihova predstavitev v spletnem pregledovalniku**Borehole database and its presentation in web application****Andrej Lapanje, Blaž Milanič, Klemen Teran & Matija Krivic**

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

andrej.lapanje@geo-zs.si

Geološka zgradba Slovenije je zapletena in litološka sestava tal se spreminja na kratkih razdaljah. Geološki podatki, pridobljeni z raziskovalnim vrtanjem in sondiranjem, so pri preučevanju geološke zgradbe ozemlja zelo dragoceni, vendar pogosto težko dostopni. Raziskovalno vrtanje se je izvajalo v okviru različnih projektov ter za različne naročnike, rezultati pa so razpršeni po različnih knjižnicah in arhivih. Zaradi nepoznavanja obstoječih geoloških podatkov se pogosto zgodi, da izvedba investicij na določenem območju ni optimalna in da se geološke raziskave ponekod po nepotrebnem podvajajo.

Z raziskovalnim vrtanjem pridobimo zelo veliko dragocenih podatkov o pod površju. Podatke o raziskovalnih vrtnah je ne samo smiselno, pač pa nujno zbrati v enovito in celovito podatkovno bazo ter jih zabeležiti in urediti na način, ki omogoča njihovo dostopnost in uporabo vsem zainteresiranim v skupno korist.

Za predstavitev vizije nastanka zbirke podatkov o vrtnah na območju Republike Slovenije je Geološki zavod Slovenije pripravil pilotno podatkovno bazo vrtin, pridobljenih v okviru treh različnih projektov. V pilotni podatkovni bazi je obdelanih 109 vrtin iz projekta o hidrogeologiji pitne podtalnice v Pomurju 1978–1981, 96 vrtin iz projekta geoloških raziskav na območju rudišča svinca in cinka Puharje pri Šoštanju, izvedenih v obdobju 1962–1973 ter 258 vrtin, izvrtanih v fazi projektiranja odseka AC Ljubljana–Vrhnika v letih od 1968 do 1979. Zbrane informacije so prikazane v spletnem pregledovalniku vrtin, dostopnem na portalu eGeologija.

V bazi zbiramo in prikazujemo osnovne podatke o vrtni: ime vrtnice, njen trenutni status, lokacijo, koordinate z nadmorsko višino, globino, naklon in smer vrtnice, datum izvedbe del, izvajalca raziskav in vrtanja, naročnika raziskav, investitorja raziskav, namen raziskovalne vrtnice, način vrtanja, referenco poročila, v katerem se popis nahaja ter izvirni popis vrtnice v obliki skenograma.

Zbirka omogoča dostop do osnovnih informacij o predhodno izvršenih raziskavah in usmerja uporabnike k lastniku podatkov, kjer bodo lahko dobili več informacij. Investitor, ki bo na nekem območju želel izvesti geološke ali geotehnične raziskave, bo na tak način optimiziral predvidena raziskovalna dela, saj bo imel dostop do že obstoječih podatkov. Tovrstna podatkovna zbirka lahko omogoči zmanjšanje stroškov raziskav in boljše poznavanje geoloških razmer.

Cilj Geološkega zavoda Slovenije je, da se v podatkovni

zbirki zbere, uredi in prikaže informacije o vseh raziskovalnih vrtnah in sondažnih izkopih z območja Slovenije in da so podatki v največji mogoči meri in v najkrajšem možnem času javno dostopni. Pogovori, kako to sistemsko urediti na državni ravni, že potekajo. Odločilnega pomena za ureditev je uvid, da transparentnost podatkov raziskav vodi v hitrejši razvoj geološke stroke in pripomore tudi k družbenemu in ekonomskemu razvoju države.

Eden od pričakovanih učinkov je tudi dvig kakovosti geoloških in geotehničnih popisov raziskovalnih vrtin; ne nazadnje tudi zato, ker bodo izdelki javno izpostavljeni. Morda bo pa pomagalo.

Pomen razumevanja efektivnih napetosti pri interpretaciji terenskih raziskav**The importance of understanding the effective stresses in the interpretation of field tests****Matej Maček, Jasna Smolar & Ana Petkovšek**

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana, Slovenija;

*matej.macek@fgg.uni-lj.si,**jasna.smolar@fgg.uni-lj.si,**ana.petkovsek@fgg.uni-lj.si*

Podatki geološko geotehničnih (GG) raziskav za name-ne načrtovanja novih ali rekonstrukcije starih objektov so podlaga za izdelavo gradbenih in rudarskih projektov. Varna in racionalna zasnova konstrukcije, načrtovanje tehnologij gradnje, odvodnjevanja in časovnega poteka gradnje so odvisni od veljavnosti in zanesljivosti podatkov, dobljenih pri GG raziskavah. Za opredelitev lastnosti tal je na voljo cela vrsta laboratorijskih in terenskih raziskav. Prepogosto pozabljamo, da niso vse vrste raziskav primerne za rabo v vseh vrstah zemljin. Pa ne le to, interpretacija podatkov meritev pogosto temelji na empiričnih in semiempiričnih relacijah, razvitih za točno določen tip tal in za znane efektivne tlake na globini raziskave (Maček et al., 2018). Neustrezna raba raziskave ali neustrezna interpretacija podatkov raziskave lahko v skrajnem primeru pripelje do napačne, neracionalne, premalo varne zasnove in celo porušitve objekta.

Posebno pozornost zahtevajo interpretacije terenskih raziskav, pri katerih geomehanskih lastnosti, kot so drenirana ali nedrenirana strižna trdnost, modul elastičnosti ipd. ne merimo direktno ampak nanje sklepamo posredno preko merjenja drugih parametrov. Na primer pri statičnem konusnem penetracijskem testu (CPT/CPTu) merimo odpor pod konico, trenje po plašču in porni tlak, pri ploskem dilatometru (DMT) pa merimo tlak do poravnanja membrane in tlak do izbočenja membrane za 1,10 mm. Iz teh meritev nato preko empiričnih enačb sklepamo na geomehanske lastnosti zemljin ob predpostavljanih totalnih in efektivnih napetostih v tleh. Po standardu Evrokod 7-2 se predvideva raziskovanje tal za gradnjo

tako s terenskimi kot tudi z laboratorijskimi raziskavami. Le v primerih, ko je bila veljavnost empiričnih enačb potrjena na širši lokaciji, je dovoljeno izvajati samo terenske raziskave. Kljub potrditvi empiričnih enačb, sta veljavnost in točnost geomehanskih lastnosti zemljin še zmeraj odvisni od poznavanja pravih totalnih in efektivnih napetosti v tleh. Efektivne napetosti v tleh so odvisne od razporeditve pornih tlakov, te pa običajno predpostavimo kot hidrostatske. V primeru zahtevne geološke zgradbe tal (npr. arteški tlaki) in v primeru še nedokončane konsolidacije tal pa je predpostavka hidrostatske razporeditve pornih tlakov napačna. V primerih, ko terenske raziskave vrednotimo z napačnimi efektivnimi napetostmi, ki so ali posledica ne-hidrostatske razporeditve pornih tlakov, ali napačno privzete gladine podzemne vode, bodo dobljeni rezultati meritev napačni. Prispevek opozarja na pomen pravilnega razumevanja efektivnih napetosti in njihovih vplivov na rezultate CPTu in DMT raziskav.

Literatura

Maček, M., Smolar, J. & Petkovšek, A. 2018: The reliability of CPTu and DMT for the mechanical characterisation of soft tailings. *Bull. Eng. Geol. Environ.*: 1-16, doi:10.1007/s10064-018-1299-1.

Usoda žvepla v tleh v okolici termoelektrarne Plomin (Hrvaška)

Fate of sulphur in soil around thermoelectric power plant Plomin (Croatia)

Neža Malenšek¹, Sonja Lojen^{2,3}, Gordana Medunić⁴ & Nina Zupancić⁵

¹ Geološki zavod Slovenije, Dimičeva 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

neza.malensek@geo-zs.si

² Odsek za znanosti o okolju, Institut Jožef Stefan, Jamova 30, Ljubljana, Slovenija;

sonja.lojen@ijs.si

³ Fakulteta za znanosti o okolju, Univerza v Novi Gorici, Glavni trg 8, Vipava, Slovenija

⁴ Oddelek za geologijo, Prirodoslovno matematički fakultet, Univerza v Zagrebu, Horvatovac 95, Zagreb, Hrvaška

⁵ Oddelek za Geologijo, Univerza v Ljubljani, Aškerčeva 12, Ljubljana, Slovenija;

nina.zupancic@geo.ntf.uni-lj.si

Termoelektrarna Plomin (TEP) se nahaja na vzhodni obali Istre (Hrvaška) in je bila dolgo glavni onesnaževalec zraka v Istri. V obdobju 1970-2000 je TEP uporabljala domači črni premog iz Raše, za katerega je značilna visoka naravna radioaktivnost in izredno visoka vsebnost žvepla (do 14,0 ut. %) in sodi med premoge s super visoko vsebnostjo organskega žvepla (SHOS; Chou, 2012).

V 11 vzorcih tal smo analizirali vsebnost žvepla in njegovo izotopsko sestavo ($\delta^{34}\text{S}$). Vzorci tal so bili odvzeti na različnih oddaljenostih od TEP v prevladujoči smeri vetra (JZ). Kontrolni vzorec tal je bil vzet v nasprotni smeri

vetra (SV) na oddaljenosti več kot 10 km. V vzorcih smo izmerili količino celokupnega žvepla, sulfata in organsko vezanega žvepla (huminska in fulvinska kislina). Sulfat smo oborili v obliki BaSO_4 z uporabo mokrega kemijskega postopka (Brüchert et al., 1996). Ekstrakcijo žvepla iz huminske kisline smo izvedli po standardnem postopku s sežigom z Eschka mešanico pri 800 °C. Vsebnost celokupnega žvepla in izotopsko sestavo žvepla v vzorcih tal smo določili z EA-IRMS (IsoPrime 100 s PyroCube).

Namen študije je bil z uporabo stabilnih izotopov žvepla ugotoviti njegov izvor v zgornjem sloju tal. Dosedanje raziskave so glavni vir onesnaženja pripisale sulfatnim aerosolom (Medunić et al., 2016). Drugi možni vira sulfata v tleh je naravno odlaganje morskega sulfata, katerega izotopska sestava $\delta^{34}\text{S}$ sulfata je približno +21,0 ‰.

Vsebnost žvepla v tleh na oddaljenosti 100 m od TEP (bližju 4,0 ut. %) je veliko večja v primerjavi s kontrolnim območjem (0,04 ut. %). Z oddaljevanjem od TEP v JZ smeri se vsebnost žvepla močno zniža, na 5 km tako znaša 0,2 ut. %. Nadaljnje analize so pokazale, da se večina žvepla (>95 %) pojavlja v organski obliki, prevladuje žveplo, vezano v huminski kislini. Le manjši delež žvepla nastopa v sulfatni obliki, kar nakazuje na njegovo hitro asimilacijo v rastline. Za celokupno žveplo so vrednosti $\delta^{34}\text{S}$ zelo raznolike, v razponu med +0,8 do +25,0 ‰. Vrednosti $\delta^{34}\text{S}$ sulfata v vzorcih tal so med +1,0 in +5,5 ‰. Vrednosti $\delta^{34}\text{S}$ v huminski kislini so med -3,5 do 3,0 ‰, medtem ko je $\delta^{34}\text{S}$ vrednost v fulvinski kislini pozitivna v vseh vzorcih tal, in je med +1,5 in +6,0 ‰. V splošnem velja, da nizke vendar pozitivne vrednosti $\delta^{34}\text{S}$ kažejo na antropogeni vir sulfata v okolju. V bližini TEP so vrednosti $\delta^{34}\text{S}$ najnižje, kar potrjuje, da je glavni vir žvepla zgorevanje premoga iz premogovnika Raša in atmosfersko odlaganje pepela in sulfata osiromašenega z ^{34}S . Z oddaljevanjem od TEP se vrednosti $\delta^{34}\text{S}$ višajo, kar kaže na zmanjšan vpliv TEP in na povečan vpliv morskega sulfata.

Literatura

Brüchert, V. & Pratt, L.M. 1996: Contemporaneous early diagenetic formation of organic and inorganic sulfur in estuarine sediments from St. Andrew Bay, Florida, USA. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 60: 2325-2332.

Chou, C.L. 2002: Sulphur in coals: A review of geochemistry and origins. *Int. J. Coal. Geol.*, 100:1-13, doi:10.1016/j.coal.2012.05.009.

Medunić, G., Ahel, M., Božičević Mihalić, I., Gaurina Srček, V., Kopjar, N., Fiket, Ž., Bituh, T. & Mikac, I. 2016: Toxic airborne S, PAH and trace element legacy of the superhighorganic-sulphur Raša coal combustion: cytotoxicity and genotoxicity assessment of soil and ash. *Sci. Total Environ.*, 566-567:306-319, doi:10.1016/j.scitotenv.2016.05.096.

Uporaba GIS orodja za pripravo zaščitnih ukrepov, prepovedi in omejitev pri določanju vodovarstvenih območij

Use of GIS tools for the preparation of measures, prohibitions and restrictions in delineating drinking water protection areas

Nina Mali, Lidija Levičnik, Timotej Pepelnik & Jan Udovč

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;
nina.mali@geo-zs.si

Slovenija se v Evropi uvršča med države z najizdatnejšimi viri podzemne vode. Oskrba s pitno vodo v Sloveniji temelji predvsem na rabi podzemne vode. Kakovost virov pitne vode ogrožajo različne človekove dejavnosti, predvsem kmetijstvo, nenadzorovane deponije odpadkov, poseljene površine, industrija, obrt in prometna infrastruktura. Osnovna naloga upravljanja virov podzemne vode je, kako zaustaviti nadaljnje poslabšanje kakovostnega stanja že obremenjenih vodnih virov in kako ohraniti še neobremenjene vire pitne vode.

Zakon o vodah iz leta 2002 (Ur.l. RS, št. 67/02, 57/08, 57/12, 100/13, 40/14 in 56/15) opredeljuje vodo kot javno dobro. Pristojnost za zavarovanje vodnih teles je v pristojnosti Vlade republike Slovenije. Vodovarstvena območja se določajo po enotni metodologiji, ki jo določa Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja (Ur.l. RS, št. 64/04, 5/06, 58/11 in 15/16). Namen vodovarstvenih območij je preprečitev točkovnih in razpršenih virov onesnaževanja, ki lahko vplivajo na kakovost pitne podzemne vode, ter omejitev vplivov že obstoječih virov onesnaženja. Vodovarstveno območje mora biti določeno tako, da je na njem omogočeno izvajanje vodovarstvenega režima v obsegu in na način, ki zagotavlja ohranjanje naravnega stanja vodnega telesa. Vodovarstvena območja se zaradi različnih stopenj varovanja deli na notranja območja in sicer na širše, ožje in najožje območje. Zaščitni ukrepi, prepovedi in omejitve na vodovarstvenih območjih se nanašajo na gradnjo objektov in na ravnanje s kmetijskimi in drugimi zemljišči. V strokovnih podlagah za pripravo akta o zavarovanju vodovarstvenih območij se vodovarstveni režim pripravi kot predlog stopnje varovanja v obliki prepovedi, omejitev in zaščitnih ukrepov za posege v okolje na posameznem notranjem območju. Pripravlavec strokovnih podlag izbere predlog stopnje varovanja tako, da so prepovedi, omejitve in zaščitni ukrepi glede na značilnosti posameznega vodovarstvenega območja jasno določeni in strokovno utemeljeni. Posebno pozornost je potrebno posvetiti obremenitvam vodonosnih sistemov zaradi antropogenih vplivov kmetijstva, industrije, urbanizacije in prometa.

V prispevku bomo prikazali nabor javno dostopnih podatkov, ki jih z GIS orodjem uporabimo za pripravo režima varovanja pri določitvi vodovarstvenih območij. Z analizo

javno dostopnih podatkov dobimo podlago za podrobnejšo opredelitev primerne režima varovanja na notranjih vodovarstvenih območjih. Na ta način že v postopku določitve vodovarstvenih območij upoštevamo aktivnosti v prostoru. Pri današnjem stanju okolja, predvsem pa pritiskih in ogroženosti vodnih virov, se poraja vprašanje, kako izbrati in izpeljati ukrepe, ki bodo zagotovili ohranitev kvalitetnih vodnih virov. Z uporabo uveljavljenih orodij za obdelavo prostorskih podatkov je možna optimizacija izbora režima varovanja.

Regional geothermal assessment of the Rudnianska kotlina basin, central Slovakia

Regionalna geotermična ocena bazena Rudnianska kotlina, osrednja Slovaška

Daniel Marcin, Katarína Fajčíková, Juraj Michalko & František Bottlik

Department of Hydrogeology and Geothermal energy,
State Geological Institute of Dionýz Štúr, Mlynská dolina 1,
817 04 Bratislava 11, Slovakia;
daniel.marcin@geology.sk

Rudnianska kotlina basin represents the northwest bay of the Hornonitrianska kotlina basin, filled with sediments of Neogene and Paleogene age, with its pre-Tertiary basement formed by Mesozoic rocks of Hronicum and Fatricum tectonic units. Dominant morphotectonic structures of the NW part of the Hornonitrianska kotlina basin are the Bojnice high block on the northern margin of the area and Rudnianska kotlina basin. Thickness of the Tertiary sediments in the central part of the Rudnianska kotlina basin ranges from 800 to 900 m generally, but in its eastern part reaches 1,400 m.

Temperatures at a depth of 1,000 m below the ground surface are in the interval of 35 - 50 °C, at a depth of 1,500 m can reach 50 - 55 °C, and at a depth of 2,000 m we may expect 60 - 75 °C. The heat flow density ranges from 70.0 to 77.5 mW m⁻².

Geothermal water of the Rudnianska kotlina basin is documented in boreholes and springs of the Bojnice high block and boreholes in the adjacent Prievidzská Kotlina basin. This water is bound to Triassic carbonates of both the Fatricum and Hronicum tectonic units, present in the basement of Tertiary sediments. Chemical composition of geothermal waters in the Bojnice high block is represented by chemical types of Ca-Mg-HCO₃ and Ca-Mg-HCO₃-SO₄. The Paleogene sediments of the Bojnice high block contain water of Na-HCO₃-SO₄ chemical type. Chemical types Ca-HCO₃-SO₄ and Ca-SO₄-HCO₃ have been documented in the Prievidzská kotlina basin. Total dissolved solids (TDS) of geothermal waters in the Bojnice high block are ranging between 636.53 mg l⁻¹ and 979 mg l⁻¹ while in the adjacent Prievidzská kotlina basin are in the interval from 900 mg l⁻¹ to 1,100 mg l⁻¹.

Isotopic composition of geothermal waters in Bojnice documented their origin in precipitation while origin of sulphates in the water of Bojnice high block indicates their source in the Carpathian Keuper sediments of Fatricum tectonic unit. Contrary to this, sulphates in geothermal waters found in the Rudnianska kotlina basin and adjacent Prievidzská kotlina basin are bound to Werfenian Formation sediments of the Fatricum tectonic unit. Comparison of isotopic composition of geothermal waters in Bojnice confirmed already known division of individual sources into two "thermal springs lines" (less warm western / warmer eastern line). Isotopic composition also documented their change over time (borehole BR-3).

According to the hydrogeological character of the Bojnice area, where geothermal waters are outflowing from two open hydrogeological structures in one discharge area, the Bojnice structure was classified among "complex hydrogeological structures".

Geothermal balance was applied for evaluation of natural resources of geothermal waters: for the Bojnice hydrogeological structure these represent 51.5 l.s^{-1} , from which in the Bojnice high block it sums up to 11.5 l.s^{-1} and in the Rudnianska kotlina basin to 40 l.s^{-1} . From the enumerated amounts of geothermal waters natural resources, from the Bojnice high block are outflowing in 11.5 l.s^{-1} , from the Rudnianska kotlina basin 24.5 l.s^{-1} while the remaining 15.5 l.s^{-1} is overflowing from the Rudnianska kotlina basin to the Prievidzská kotlina basin. The amount of geothermal energy for the individual parts of the Bojnice hydrogeological structure was estimated in the following figures: Bojnice high block 0.622 MW , Rudnianska kotlina basin – northern part 3.933 MW and Rudnianska kotlina basin – southern part 3.037 MW .

Variations of nitrate concentrations in ground and surface waters of Varaždin alluvial system

Spremembe koncentracij nitrata v podzemnih in površinskih vodah v Varaždinskem aluvijalnem sistemu

Tamara Marković¹, Martina Šparica Miko¹,
Ana-Maria Đumbir¹, Marija Gligora Uvodić²,
Antonija Kulaš², Ozren Larva¹ & Željka Brkić¹

¹ Croatian Geological Survey, Sachsova 2, 10 000 Zagreb, Croatia;

tmarkovic@hgi-cgs.hr

² University of Zagreb, Faculty of Science, Department of Biology, Rooseveltov trg 6, 10 000 Zagreb, Croatia

vica, the Drava River, two gravel pits Šijanec and Varaždin Lake (accumulation). Prior to sampling, the electrical conductivity (EC), pH, temperature (T) and dissolved oxygen content (O_2) were determined. Nutrients concentrations (nitrate, ammonium, nitrite, orthophosphate), total and dissolved organic and inorganic carbon, total nitrogen, base cations and anions, trace elements and stable isotopes are measured. The monitoring started in June 2017 and will finish in June 2019. In this paper preliminary results are showed.

The aquifer of the research area is composed of gravel and sand with variable portions of silt and it was formed during Pleistocene and Holocene as the result of accumulation processes of the Drava River. A semipermeable layer, mainly composed of silt and clay, splits the aquifer into two – upper and lower aquifer. The recharge of the upper aquifer occurs by precipitation infiltration and percolation of surface water. The general groundwater flow direction is NW-SE and is parallel to the Drava River. The covering layer of the aquifer is not continuously developed. In the research area, it rarely exceeds two meters, while often it completely disappears. Such conditions are favourable if they are considered from the aspect of aquifer recharge, but at the same time thin covering layer composed of clay, silt and sand particles mixed with various content of organic matter makes the aquifer quite vulnerable. In few observation well, especially in well PDS-5, large variations of nitrate concentrations were observed from 200 to 68 mg/L, and in the gravel pit Šijanec from 0.6 to 60 mg/L. In the catchment area of the observation well PDS-5 intensive agricultural production of vegetables is present and intensive irrigation during late spring and summer time when the highest nitrate concentrations were measured. At the gravel pit Šijanec alga bloom were observed during summer period and at that time measured nitrate concentrations were very low. During colder-rainy period, nitrate concentrations decrease in the observation well PDS-5 and increase in the gravel pit, and at both places concentrations reached almost the same value. Different hydrological, geochemical and biological processes are effecting variations in nitrate concentrations in observed waters and are to be investigated in more details.

The TRANITAL project (Origin, fate and TRANsport modelling of Nitrate in the Varaždin ALLuvial aquifer) financed by the Croatian Science Foundation (HRZZ) represents interdisciplinary research on origin, fate and distribution of nitrate in the alluvial aquifer system. Within the project, groundwater samples are taken from 10 observation wells and surface waters are taken from the stream Plit-

Dedolomitisation phenomena in the Cretaceous dolomite of the Povir Formation near Sežana

Pojavi dedolomitizacije v krednem dolomitu Povirske formacije pri Sežani

Andrea Martín-Pérez¹, Adrijan Košir¹ & Bojan Otoničar²

¹ Paleontološki inštitut Ivana Rakovca ZRC SAZU, Novi trg 2, 1000 Ljubljana, Slovenija; andreamp@zrc-sazu.si, adrijan@zrc-sazu.si

² Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, Titov trg 2, 6230 Postojna, Slovenija; Bojan.Otonicar@zrc-sazu.si

Grey bituminous dolostones of the Povir Formation (Albian-Cenomanian) outcropping in the motorway road cuts near Sežana are crosscut by a network of decametre-size orange carbonate bodies, which have been interpreted as a product of diagenetic alteration. The alteration bodies, forming a 3-dimensional network pattern, predisposed by intersecting vertical fractures and bedding-plane partings, largely formed through replacement of dolomite by calcite (dedolomitisation), hence we use the term 'dedolomite' for all alteration phenomena.

Typically, the studied dedolomites have chalky appearance, high microporosity and colours ranging from pale yellow to dark orange. They display a high textural complexity, indicating different degrees of the dedolomitisation process. In the field, complete replacement of the host rock by calcite resulted in formation of massive, homogeneous, orange rock, whereas partial replacement is indicated by very irregular textures composed of grey patches of original dolomite with alteration haloes embedded in calcite of different colours and white calcite cements, often showing a brecciated appearance.

Under the microscope original dolomite shows planar-s textures, either polymodal or unimodal with crystals having cloudy brownish centres and transparent rims. During dedolomitisation this fabric has been partially preserved, where the rims of the crystals transformed into calcite while centres remained dolomitic. Partial dedolomitisation also created calcite mosaics with relics of grey dolomite rhombs. Total dedolomitisation resulted in microsparite mosaics, which retained or not the rhombic morphology of the dolomite precursor. Typically, these calcite mosaics are rich in intercrystalline iron oxides, occasionally showing pseudospherulitic fibrous textures. Blocky and drusy calcite cements are also abundant. The calcite $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{13}\text{C}$ values vary from 4,8 and 4,1‰ PDB and from 8,9 and 5,7‰ PDB respectively, suggesting that dedolomitisation took place in presence of meteoric-water derived fluids.

The stratigraphic unit of bituminous dolomite with dedolomite is underlain by a thick succession of dolomite, interbedded with irregular, several metres thick beds of dolomite breccia. Composition, structure and geometry of

the breccia beds indicate that they most probably formed by the collapse associated with dissolution and complete removal of evaporites (Ca sulphates), originally present in the dolomite succession. We hypothesise that the dedolomite and collapse breccia are two closely related phenomena, namely, that the dedolomitisation resulted from upward recharge of Ca sulphate-rich solution formed by dissolution of evaporites. Although the geochemical signals indicate meteoric diagenetic realms we do not exclude the role of late stage burial processes.

Latest Cretaceous to earliest Palaeogene scleractinian coral-stromatoporoid patch reefs on periodically emerging carbonate platform, the Island of Brač (Croatia)

Zgornjekredni in spodnjepaleogenski skleraktinijsko koralno-stromatoporoidni grebeni na periodično nastajajoči karbonatni platformi, otok Brač (Hrvaška)

Maja Martinuš¹, Blanka Cvetko Tešović¹ & Igor Vlahović²

¹ University of Zagreb, Faculty of Science, Horvatovac 102a, 10000 Zagreb, Croatia; maja.martinus@geol.pmf.hr, bcvetko@geol.pmf.hr

² University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering, Pierottijeva 6, 10000 Zagreb, Croatia; igor.vlahovic@rgn.hr

The Cretaceous–Palaeogene (K/Pg) transition is marked by significant palaeoenvironmental changes resulting with biotic crisis and one of the most severe global mass extinctions. Studied uppermost Maastrichtian–lowermost Palaeocene (Danian) section in the NW part of the Island of Brač (Likva Cove) comprises shallow marine platform carbonates with continuous K/Pg transition and several levels of exceptionally well preserved *in situ* scleractinian coral and stromatoporoid patch reefs.

The Maastrichtian part of the section is characterized by co-occurrence of rudists and corals: within predominantly micritic limestones with rudist and echinoid fragments, ostracods, small benthic foraminifera (discorbids, *Rhapydionina* sp., *Dicyclina* cf. *schlumbergeri*, *Moncharmontia apenninica*, *Laffiteina* sp., *Fleuryana adriatica*) several levels with scleractinian coral and stromatoporoid reefs poor in other fossil remains have been found. Immediately below already determined K/Pg boundary (Korbar et al., 2017), last rudists and a concentration of small benthic foraminifera (mostly miliolids) occur. Oldest Palaeocene strata record the input of planktonic foraminifera in otherwise shallow marine micrites with discorbids. The rest of the Palaeocene comprises micrites with ostracods, discorbids, occasional charophyta and *Bangiana hanseani*, overlain by the biggest and best preserved patch reef.

Cretaceous and Palaeocene successions show cer-

tain differences: Cretaceous shallow-marine restricted environments with rudist and bioclastic micrites and tidal flats with laminated fenestral limestones were followed by Palaeocene very shallow restricted marginal marine and freshwater to brackish environments with ostracod-discorbid micrites with charophyta. However, Cretaceous and Palaeocene patch reefs appear to be very similar if not almost identical. A 50-m-thick succession contains three well-marked and several less prominent reef levels in the Cretaceous part of the succession and at the very top of the section the most pronounced, Palaeocene reef level topped by regional emergence. All four main reef levels follow short-lasting subaerial emersion surfaces indicating that corals and stromatoporoids preferred colonization of hard substrates. Scleractinian corals are present with globular and domal growth forms forming small coral knobs (up to 2 m in diameter), which formed low relief above the surrounding bottom. Generic determination of corals was not possible due to the intense recrystallization, but they resemble Recent finger-like coral colonies such as *Porites* sp. Massive domal and bulbous stromatoporoids occur both together with corals and individually in the youngest reef level. Wavy-laminar stromatoporoids usually overgrow/encrust(?) coral colonies. Recrystallized micrite, occasionally with very rare ostracods and discorbids, fills the spaces available between the knobs. It occurs also as an internal sediment partly filling the reef cavities within the youngest reef level, while the rest of the cavities are often filled by botryoidal calcite crystals.

Well-developed coral and stromatoporoid patch reef in the earliest Palaeocene suggests rapid recovery of reefs after K/Pg boundary and survival of same reef-builders as in the latest Cretaceous until the regional emergence.

References

Korbar, T., McDonald, I., Premec Fuček, V., Fuček, L. & Posilović, H. 2017: Post-impact event bed (tsunamite) at the Cretaceous–Palaeogene boundary deposited on a distal carbonate platform interior. *Terra Nova*, 29: 135–143.

Morphostratigraphy and provenance of the Plio-Quaternary deposits in the Slovenj Gradec and the Nazarje intramontane basins (northern Slovenia)

Morfostratigrafija in provenienca pliokvartarnih sedimentov: primer intramontanih bazenov Slovenj Gradec in Nazarje (severna Slovenija)

Eva Mencin Gale^{1,2,3}, Petra Jamšek Rupnik¹, Miloš Bavec¹, Mirka Trajanova¹, Polona Kralj¹, Luka Gale^{1,3}, Dragomir Skaberne¹, Flavio S. Anselmetti² & Andrej Šmuc³

¹ Geološki zavod Slovenije; Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

eva.mencin-gale@geo-zs.si

² University of Bern, Institute of Geological Sciences and Oeschger Centre for Climate Change Research, Baltzerstrasse 1+3, 3012 Bern, Switzerland

³ Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, Aškerčeva 12, 1000 Ljubljana, Slovenija

This study focuses on two intramontane basins in the northern Slovenia, the Slovenj Gradec, and the Nazarje basin, with preserved Plio-Quaternary fluvial sediments. It aims at defining the morphostratigraphy and provenance of the Plio-Quaternary sediments with implications on drainage evolution in studied basins using several methods. Morphostratigraphy for each basin was constrained by using basic geomorphic analysis of high-resolution digital elevation models, which served as a stratigraphic control for the following locations: Sredme (SR), Motocross (MC) and Curava vas (CU) in the Slovenj Gradec basin, and sections Lačja vas (LAV), Otok (OT) and Dobovec (DOB) in the Nazarje basin. The sections were logged and sampled for clast lithological analysis, which was conducted on 60–90 pebbles per sample. In total, 246 and 215 pebbles were analyzed in the Slovenj Gradec, and the Nazarje basin, respectively. In addition, 77 thin sections from both basins were examined focusing on typical rock types.

The results of geomorphic analyses show terrace stratigraphy comprising several Quaternary (T0, T1) and Plio-Quaternary terraces (T2, T3, T4). The ages of the terraces were inferred from morphostratigraphic correlations and the degree of degradation of the geomorphological characteristics (e.g. presence of the terrace surface, relief on the terraces, shape of the risers) in combination with petrographic characteristics.

Several typical rock types were identified with clast lithological analysis and assigned to a certain formation and area. In the Slovenj Gradec basin, pebbles represent three main groups of rocks: i) subvolcanic-igneous, which to some extent exhibit characteristics of formations in the Pohorje area, ii) schists to gneisses attributed to the area of Mala and Velika Kopa from the Pohorje massif, and iii) amphibolitic indicating Pohorje, Strojna and Košenjak provenance. In the Nazarje basin, four groups of rocks were identified: i) Oligocene Smrekovec volcanic rocks

outcropping north and east of the basin, ii) Triassic volcanic rocks, which are preserved south of the basin, iii) Triassic carbonate rocks, which can be found in the wider area south, west and east of the basin, and iv) clastic rocks of presumably Val Gardena formation with provenance in the area of the Savinja River spring.

The provenance results imply that in the Plio-Quaternary time the drainage regime was similar to the present one.

Innovative ways to teach young people about mineral resources

Inovativni načini poučevanja mladih o mineralnih surovinah

Kim Mezga¹, Rok Brajković¹, Armida Torreggiani², Patricia Groó-Nagy³ & Pontus Westrin⁴

¹ Geološki zavod Slovenije; Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

kim.mezga@geo-zs.si,

rok.brajkovic@geo-zs.si

² ISOF - CNR Area della Ricerca di Bologna, Via P. Gobetti 101, 40129 Bologna, Italy;

armida.torreggiani@isof.cnr.it

³ Bay Zoltán Nonprofit Ltd. for Applied Research Knowledge Management Centre, Kondorfa u. 1, 1116 Budapest, Hungary;

patricia.groo@bayzoltan.hu

⁴ Geological Survey of Sweden, Villavägen 18, 752 36 Uppsala, Sweden;

pontus.westrin@sgu.se

Minerals are basic and essential raw materials in our daily lives and are of vital importance for the economic, social and technological development. Most of the time we take raw materials for granted, not knowing their primary origin, reserves and resources, and do not think about the consequences of their depletion from the Earth. For this purpose, different innovative project activities (funded by EIT RawMaterials) started. They engage pupils and students in an active way of learning. These activities help them raise the awareness about the importance of raw materials and their impact on our lives, and make science education and careers in raw materials more attractive for youngsters. In parallel, those activities will complement existing primary and secondary schools curriculums and their objectives. Three educational projects, in which Geological Survey of Slovenia is involved, will be presented.

Nowadays gamification is a popular way of combining entertainment and education. The modification BetterGeo, used in Minecraft, introduces geology with several rock types, minerals, and metals, and delivers more realistic ways to extract the metals from the minerals and rocks. BetterGeoEdu project (<https://www.bettergeoedu.com/>) uses the tools in BetterGeo, with the aim of creating, testing and distributing educational material about geology and raw materials, and is currently translated into four dif-

ferent languages (English, Swedish, Finnish and Slovene).

A short documentary about a specific raw material suddenly disappearing from the Earth will be produced during the AWARD project (<https://eitrawmaterials.eu/course/award/>). It will sketch all the consequences of raw material's disappearing from our daily life: from economic, environmental to social perspective. Complementing the documentary and facilitating effective learning, short workshops in the classrooms will be organized for the pupils (ages 8-10 years), where hands-on toolkits will be used and teachers will be coached to organize the workshops by themselves in the future.

Raw Matters (RM) Ambassadors (experts in some RM-related issues and trained teachers) will engage pupils and students during the RM@Schools 3.0 project (<https://rmschools.isof.cnr.it/>) in experiments with RM-related hands-on educational toolkits, excursions in companies, and in science dissemination activities. Students can become Young RM Ambassadors by creating dissemination products focused on issues related to RM (i.e. videos, cards, comics, etc.) in their native language (ages 10-13 years) or in their native and English languages (ages 14-19 years). Local awards competitions for the best communication products, as well as an annual European Conference with delegates from European schools will be organized. Selected groups of students will be taught about digital competences, like video making and other activities suitable to be proposed during different public events.

Burial age of the allogenic quartz pebbles from Arneševa luknja, Snežna jama, Huda luknja and Špehovka for assesment of tectonic uplift of Kamnik Alps and Karavanke Range (northern Slovenia)

Pokopna starost alogenih kremenovih prodnikov iz Arneševe luknje, Snežne jame, Hude luknje in Špehovke za določitev tektonskega dviga Kamniških Alp in Karavank (severna Slovenija)

Andrej Mihevc¹, Philipp Häuselmann² & Markus Fiebig³

¹ Karst Research Institute SRC SASU, Titov Trg 2, 6230 Postojna, Slovenia;

mihevc@zrc-sazu.si

² Schweiz. Inst. für Speläologie und Karstforschung, c.p. 818, 2301 La Chaux-de-Fonds, Switzerland;

praezis@speleo.ch

³ University of Natural Resources and Life Sciences, Peter Jordan-Str. 70; A-1190 Wien, Austria;

markus.fiebig@boku.ac.at

Here we report on the burial age dating of allogenic quartz pebbles deposited in alluvial fan deposited on the basement of Ljubljana basin and in caves in Kamnik Alps and Karavanke Range, both belonging to the Southern

Calcareous Alps.

The river Tržiška Bistrica, flowing from the Karavanke mountain group into the Ljubljana basin, has deposited a large alluvial fan comprising mostly carbonate pebbles. Gravel is cemented into conglomerate, exposed in a terrace at Udin Boršt, and overlies an erosional surface formed on grey Oligocene – Miocene mudstone. The thickness of the conglomerate terrace is up to 50 m. Several spring caves formed on the contact with the underlying impermeable basement. Samples of quartz for burial age dating were taken from the walls and ceiling in the 815 m long "Arneševa luknja".

The calculated burial age yielded an age of 1.86 ± 0.19 Ma that gives (i) the age of the oldest known infill in the Ljubljana Basin and (ii) indicates the time of change of the sedimentary system in the Basin from erosion to deposition which may be related to the activity of the regional-scale Sava fault.

Snežna jama is 1.6 km long horizontal cave, situated in south-western slope of the Mt. Raduha (Velika Raduha, 2062 m). The cave was formed by an allogenic river which partly filled the cave with siliciclastic sediments. River flew through the cave towards the spring, which was located in valley of river Savinja. Due to subsequent tectonic uplift of the whole area, Savinja incised for about 900 m and made cave relict.

A sample of the pebbles was taken from the main gallery and quartz grains were selected from the other material. Burial age of quartz in Snežna jama was 3.72 ± 1.33 Ma. This result fits well with a complex magnetostratigraphic picture that was obtained by the high-resolution palaeomagnetic and palaeontologic datings suggesting uplift rate of about 0.24 mm/y.

The Karavanke Mountains are mostly in the form of narrow ridges that are lowering towards E. River valleys follow the main trend of the mountain chain, but some of the rivers, like Paka, cut across the mountain ridge and formed deep antecedent valley in limestone.

Main karst tributary to springs located in the Paka valley is the sinking river Ponikva which has a catchment area on Miocene conglomerates. As river Paka was cutting down, following the uplift of the ridge, sinking Ponikva river formed caves at different heights.

In the Huda luknja cave quartz pebbles were collected from two profiles at 550 m and 570 m. In cave Špehovka sample was taken at elevation 640 m. The ages of two samples in Huda luknja were similar; probably the sediment was from the same cave infill phase (2.39 ± 0.38 Ma at 550 m and 2.25 ± 0.25 Ma at 570 m). The infill from Špehovka cave (637 m) is significantly older, 3.49 ± 0.40 Ma. The age dates provide grounds for relatively firm estimate of long-term tectonic uplift and resulting incision of river Paka to about 0.02 mm/y.

Prepoznavanje virov trdnih onesnaževal v okolju na osnovi mineraloških, morfoloških in geokemičnih lastnosti delcev

Source identification of solid pollutants in the environment on the basis of mineralogical, morphological and geochemical properties of particles

Miloš Miler

Geološki zavod Slovenije; Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

milos.miler@geo-zs.si

Okolje, v katerem danes živimo, je obremenjeno z različnimi potencialno škodljivimi trdnimi onesnaževali, ki negativno vplivajo na kakovost človekovega življenja in okolja. Prisotnost trdnih anorganskih onesnaževal v okolju je posledica delovanja različnih naravnih dejavnikov kakor tudi nekdanje zgodovinske in sedanje človekove dejavnosti. Združbe anorganskih trdnih onesnaževal v okoljskih medijih so raznolike in kompleksne, saj predstavljajo mešanico naravnih in antropogenih trdnih onesnaževal. Prepoznavanje virov trdnih onesnaževal temelji na njihovih fizikalno-kemičnih lastnostih zato je potrebno podrobno poznavanje kemičnih, mineraloških in morfoloških lastnosti posameznih onesnaževal, ki so odvisne od sestave izvornega materiala in procesov pri katerih so nastali ter predstavljajo »prstne odtise« oziroma indikatorje za prepoznavanje njihovih virov in transportnih poti. Poznavanje posameznih virov, njihovih prispevkov in transportnih poti je nujno za učinkovit nadzor nad emisijami trdnih onesnaževal.

Problematika določanja virov trdnih onesnaževal in njihovih prispevkov k onesnaženju okolja je bila obravnavana v dvoletnem temeljnem podoktorskem projektu »Prepoznavanje virov trdnih onesnaževal v okolju na osnovi mineraloških, morfoloških in geokemičnih lastnosti delcev«, ki je potekal v letih 2016 in 2017. Raziskana so bila urbano-industrijska območja z različnimi viri trdnih onesnaževal. Obravnavani so bili okoljski mediji, kot so tla, rečni in cestni sedimenti, zrak, padavine, hišni in podstrešni prah, ki so posredno ali neposredno povezani z ekosistemi in človekom. Pri raziskavi je bil uporabljen vrstični elektronski mikroskop z energijsko disperzijskim spektrometrom (SEM/EDS) za opredelitev kemične in mineralne sestave ter morfologije trdnih delcev ter klasična kemijska analiza, izotopske analize in meritve koncentracij delcev v zraku s prenosnim merilcem delcev v zraku.

Cilji projekta so bili v različnih medijih okolja identificirati združbe anorganskih trdnih onesnaževal, predvsem delcev s kovinami, opredeliti njihove kemične, mineraloške in morfološke lastnosti, oceniti vire in prispevke virov k vsebnostim trdnih onesnaževal v okolju ter tako pokazati uporabnost lastnosti trdnih onesnaževal kot indikatorjev virov.

Preliminarni rezultati raziskav so pokazali, da so združbe trdnih oblik potencialno škodljivih onesnaževal v različ-

nih okoljskih medijih mineraloško, kemično in morfološko zelo različne, kljub temu da je kemična sestava medijev podobna. To nakazuje, da med prehodom med različnimi mediji najverjetneje prihaja do fizikalno-kemičnih sprememb trdnih oblik potencialno škodljivih onesnaževal.

Projekt Prepoznavanje virov trdnih onesnaževal v okolju na osnovi mineraloških, morfoloških in geokemičnih lastnosti delcev (št. Z1-7187) je sofinancirala Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije iz državnega proračuna.

O izvoru kamnin v grajenih strukturah rimskega municipija *Claudia Celeia*

About the provenance of rocks in built structures of municipium *Claudia Celeia*

Snježana Miletić¹, Mirijam Vrabec² & Bojan Djurić³

¹ Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

snjezana.miletic@geo-zs.si

² Oddelek za geologijo, Naravoslovnotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani, Aškerčeva cesta 12, 1000 Ljubljana, Slovenija;

mirijam.vrabec@ntf.uni-lj.si

³ Oddelek za arheologijo, Filozofska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Aškerčeva cesta 2, 1000 Ljubljana, Slovenija;

bojan.djuric@ff.uni-lj.si

V antiki so bile grajene strukture v naseljih izdelane predvsem iz naravnih kamnitih materialov, ki so jih prebivalci našli v svoji neposredni okolici ali pa so jih po trgovskih poteh pripeljali iz oddaljenih krajev. Informacije o izvoru uporabljenega materiala, ki jih pridobivamo z različnimi analitičnimi metodami v geoarheoloških raziskavah, odpirajo nova obzorja raziskovalcem s področja humanističnih znanosti, predvsem arheologom in zgodovinarjem pri preučevanju organiziranosti proizvodnje, trgovine in transporta.

V ta namen raziskujemo kamnine v grajenih strukturah na arheoloških najdiščih rimske Celeje, današnjega Celja, in skušamo določiti možen vir kamnitega materiala. Poleg tradicionalnih geoloških metod, kot so optična mikroskopija in rentgenska difrakcija, skušamo z dodatnimi, novimi metodami kot je analiza tekočinskih vključkov, določiti izvor kamnitega materiala tudi v nekaterih izdelkih iz marmorja.

Rimljani so na tem območju za gradnjo uporabljali različne, a večinoma lokalne kamnine. Prvi analizirani vzorci gradbenega materiala iz zidov objekta t. i. urbane vile na Muzejskem trgu v Celju pripadajo sedimentnim kamninam peščenjakom, brečam, apnencem in dolomitom ter piroklastičnim kamninam – tufom. Makroskopsko podobne vrste kamnin najdemo v Celjski kotlini in njeni okolici (Buser, 1979). Poleg tega so na vogalih stavb pogosto vgrajeni marmorni bloki, ki glede provenience

kažejo v drugo smer. Znano je namreč, da so Rimljani za posebne strukturne elemente in dragocene skulpture izbirali kakovosten marmor, s katerim so trgovali po celotnem območju rimske države (Djurić et al., 2004). Najbližja nahajališča marmorja so v Vzhodnih Alpah na slovenskem Pohorju in na avstrijskem Koroškem (predvsem Gummern pri Beljaku) (Jarc, 2006).

Izbrane elemente arheoloških grajenih struktur vzorčimo, pregledujemo ter popisujemo in pripravljamo za analizo. Skladno z vrsto kamnine, iz katere so elementi izdelani, na podlagi predhodnih mikroskopskih analiz, izbiramo ustrezne dodatne geokemične analize, ki so v pomoč pri določanju provenience posameznih litoloških različkov. Pričakovani rezultati analiz nam bodo dali odgovor o uporabnosti tradicionalnih in novih arheometričnih metod ter z arheološkega vidika prispevali k ugotavljanju modela oskrbe rimskega mesta z naravnim kamnom za različne namene.

Literatura

Buser, S. et al. 1979: Tolmač lista Celje L33-67. SFRJ Osnovna geološka karta 1:100 000. Geološki zavod Ljubljana. Zvezni geološki zavod Beograd.

Djurić, B., Bitenc, P. & Koprivnik, V. 2004: V Saksanovem svetlu. Katalog predmetov = In Saxanus Welt - Katalog. In: Lazar, I. (ed.), Rimljani : steklo, glina, kamen : [katalog razstav] = Die Römer : Glas, Ton, Stein : [Ausstellungskatalog]. Pokrajinski muzej, Celje; Pokrajinski muzej, Maribor; Pokrajinski muzej, Ptuj: 168–190.

Jarc, S. 2006: Izvor marmorja iz nekaterih slovenskih arheoloških najdišč. Doktorska disertacija = Provenance of marble from some Slovenian archaeological sites. Ph. D. thesis. Univerza v Ljubljani, Ljubljana: 111 p.

Industrijski in komunalni odpadki kot vir surovin za gradbeništvo

Industrial and municipal waste as a source of raw materials for the building sector

Ana Mladenovič

Zavod za gradbeništvo Slovenije, Dimičeva ul. 12, 1000 Ljubljana, Slovenija;
ana.mladenovic@zag.si

Gradbeni sektor za svoje aktivnosti potrebuje ogromne količine materialov. V svetovnem merilu je po porabi denimo beton na drugem mestu, takoj za vodo. Veliko materialov se porabi tudi za izgradnjo linijskih infrastrukturnih objektov, kot so ceste in železnice. Večina teh materialov je še vedno naravnega izvora, lahko zgolj mehansko predelani (npr. agregati iz kamnolomov in gramoznic) ali pa kot surovina za industrijo gradbenih materialov (cement, apno, opeka, itd). Dve dejstvi nas silita v vzpostavljjanje drugačne, bolj vzdržne prakse; prvo je globalni pritisk na surovine zaradi hitre rasti prebivalstva, hitrih sprememb v načinu življenja v državah v razvoju in klimatskih sprememb, drugi je specifičen evropski problem, Evropa je na-

mreč surovinsko in energetska uvozno odvisna, še zlasti z vidika kritičnih surovin (EU, 2017). Med številnimi EU iniciativami za vzpostavitev surovinske samozadostnosti je tudi RIS strategija v okviru KIC EIT RawMaterials (2018), ki je namenjena državam z nizkim inovacijskim indeksom, kamor sodi tudi Slovenija.

Gradbeništvo je za ponor številnih odpadkov najbolj primerno področje, predvsem iz dveh razlogov: (a) na tem področju je možno porabiti velike količine, (b) v primerih, ko ti niso okoljsko inertni, je z različnimi vezivi ali postopki strupene komponente možno trajno imobilizirati. Materialov ne diskriminira glede na njihov izvor, pomembne so le njihove lastnosti in uporabnost. Kar šteje, so lastnosti in s tem povezana uporabnost ter okoljski odtis materialov (za zadnji parameter imamo objektivno, kvantitativno orodje – analizo življenjskega cikla; *Life Cycle Assessment*). Viri surovin, ki lahko uspešno nadomeščajo naravne surovine so različni industrijski odpadki, predvsem tisti, ki nastajajo v velikih količinah, kot so denimo različne jeklarske zlin-dre, livarski peski, industrijske sadre, gradbene ruševine, pepeli iz termičnih procesov. Prednosti tega pristopa so številne: zmanjšana potreba po energiji, naravnih surovinah in deponijskem prostoru, zmanjšanje izpustov toplogrednih plinov in drugih negativnih vplivov na okolje ter zagon krožnega gospodarstva z zelenimi delovnimi mesti. Tudi na nacionalni ravni je ta paradigma že prepoznana in upoštevana. V strateškem dokumentu »Strategija pametne specializacije 2014–2020« (MGR, 2015), je eno izmed prednostnih področij tudi učinkovita raba virov.

Literatura

Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee of the Regions on the 2017 list of Critical Raw Materials for the EU, sept 2017.

KIC EIT RawMaterials. 2018: RIS Strategy 2018–2020, Annex 2.

Slovenska Strategija Pametne Specializacije, SVRK, 2015.

Načini poučevanja geoloških vsebin v formalnem izobraževanju: primer poučevanja kamnin in kamninskega kroga v osnovni

Teaching methods of geological contents in formal education: example of rocks and rock circle teaching in primary school education

Manca Mlakar Willewaldt¹, Tatjana Resnik Planinc² & Petra Žvab Rožič³

¹ Rožna dolina 17, 4248 Lesce, Slovenija;
mlakar.manca@gmail.com

² Oddelek za geografijo, Aškerčeva 2, 1000 Ljubljana, Slovenija;

tatjana.resnik@ff.uni-lj.si

³ Oddelek za geologijo, NTF, Univerza v Ljubljani, Aškerčeva 12, 1000 Ljubljana, Slovenija;
petra.zvab@ntf.uni-lj.si

V rednem izobraževalnem programu se geološke vsebine pojavljajo precej razpršeno. V osnovni šoli se z geološkimi vsebinami otroci spoznavajo že v okviru nežive narave v prvem razredu, v učnih načrtih pa so geološke teme obravnavane skozi celotno devetletko pri številnih predmetih: Spoznavanje okolja, Naravoslovje in tehnika, Naravoslovje, Geografija, Kemija in Biologija. Posamezne šole geološke teme dodatno obravnavajo v okviru naravoslovnih nalog, z urejanjem geoloških zbirk, izvajanjem poskusov idr. Pogosto pa se v praksi geološke vsebine še vedno podajajo zelo faktografsko, brez vključevanja dodatnih učil in učnih pripomočkov ter povezav z drugimi tematikami.

Osnovna učila za učenje so učbeniki in delovni zvezki, kjer pa so tematike običajno predstavljene zelo osnovno in predvsem samo faktografsko, zato so dodatna interaktivna učila in učni pripomočki ter predlogi učnih metod podajanja znanja toliko bolj dobrodošli. Predvsem pri naravoslovnih vsebinah, med katere spadajo tudi geološke, so možnosti podajanja vsebin zelo široke in učenci lahko v učnem procesu aktivno sodelujejo z raziskovanjem, opazovanjem, opisovanjem ipd. ter s pomočjo vodene ali samostojnega reševanja praktičnih nalog.

Na podlagi podrobne analize trenutno veljavnih učnih načrtov ter obstoječih učil za izbrano ciljno skupino osnovnošolcev druge triade (4.–6. razred) smo pripravili učno uro, ustrezna dodatna učila in/ali učne pripomočke, ki bi bili uporabni za poučevanje geoloških vsebin in neposredno vezani na doseganje ciljev učnih načrtov. Kot testni primer je bil izbran predmet Naravoslovje v šestem razredu. Pripravljena učna ura je bila izvedena v osmih ponovitvah na šestih osnovnih šolah. Evalvacija je bila izvedena tako s strani učencev, kot tudi učiteljev.

Na podlagi pregleda trenutno veljavnih nacionalnih učnih načrtov za predmet Naravoslovje (Skvarč et al., 2011) so bili izbrani naslednji cilji: da učenci spoznajo razliko med kamninami in minerali, da učenci spoznajo procese, pri katerih nastajajo kamnine in razložijo kamninski krog in da učenci spoznajo različne vrste kamnin glede na nastanek. Glede na zastavljene cilje je bila izdelana učna

ura (45 minut), ki vključuje aktivno sodelovanje učencev, vodeno s strani učitelja. Učna ura je obsegala kratke razlage osnovnih geoloških pojmov, pri čemer je bil poudarek na komunikaciji z učenci, eksperiment s plastelinom, kjer so učenci spoznavali nastanek in lastnosti glavnih skupin kamnin in skupni delovni list kamninskega kroga, ki so ga učenci med učno uro skupaj dopolnjevali oz. nadgrajevali.

Na podlagi učnih listov, ki so jih učenci reševali po zaključku učne ure in odziva učencev po metodi 'možganske nevihte' na temo kamnin in kamninskega kroga med uro, je ugotovljen pozitiven vzorec glede pomnjenja snovi. Metoda 'možganske nevihte' je rezultate pokazala že takoj, saj je bila izvedena na začetku in koncu ure. Glede na učne liste, ki so jih učenci reševali kasneje, pa so se pokazale še manjše pomanjkljivosti glede razumevanja določenih pojmov. Povratna informacija s strani učiteljev izpostavlja predvsem pozitivne učinke aktivnega vključevanja učencev, kot tudi vsebinsko, pedagoško in časovno ustreznost pripravljene ure.

Tovrstna uporaba učnih metod, učil in/ali učnih pripomočkov je zelo dobrodošla za obogatitev poučevanja geoloških vsebin znotraj celotnega formalnega izobraževanja in tudi za lažje učenje vsebin širše (predstavitvene delavnice, tabori, festivali idr.). Vključevanje aktivnih metod in učnih pripomočkov tudi pomembno vpliva na samo trajnost znanja.

Literatura

Skvarč, M., Glažar, S.A., Marhl, M., Skribe Dimec, D., Zupan, A., Cvahte, M., Gričnik, K., Volčini, D., Sabolič, G. & Šorgo, A. 2011: Program Osnovna šola, Naravosovje, učni načrt. Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport: Zavod RS za šolstvo.

Mineral potential (primary and secondary resources) of Albania

Mineralni potencial (primarni in sekundarni viri) Albanije

Lavdie Moisiu

Geological Survey of Albania, Rruga Myslym Keta, Tirana, Albania;
ledimoisiu@yahoo.com

The natural resources are an important part of any country's sustainability, since the minerals are essential to a sustainable future (Shields, 2004). Historically the mineral sector has been always an engine of Albanian economy.

Albania is recognized as a country with great potential and large variety of mineral resources. According to Meço et al. (1998), almost two hundred are listed as useful minerals known to exist so far. The classification of such useful mineral resources is performed on the basis of various criteria, but the most appropriate and practical classification used in Albania is according to the industrial uses, where four groups are distinguished: a) metallic minerals, b) non-metallic minerals, c) organic fuels and d) groundwater. Metallic minerals include those containing

chromium, iron and different types of iron-nickel, nickel silicate, copper and placer deposits; non-metallic minerals are of magmatic or sedimentary origin as salt, sulphur, volcanic tuffs, olivinites, dolomites, magnesite (metallurgical minerals) asbestos, talc (technical minerals), decorative stones, filling mineral materials, industrial materials for glass (kaolines, clays); organic fuels where oil, gas, bitumen, bituminous sands and coals are included; and groundwater. Albania has an abundance of surface water and groundwater. The groundwater flow is calculated to reach up to 12.8 billion m³ per year (Pano, 1984).

In order to inventory, perform monitoring, manage and control mineral resources, Albanian geological survey (AGS) has built a geodatabase, where all information related to minerals is collected and processed. The »Map of Mineral Resources in Albania at scale 1:200,000« was prepared and published, providing necessary information to support private investments. The map is designed and created in a GIS system. The conceptual database was designed based on the Slovenian, Italian and Japanese models.

Chromite ore is one of the most valuable assets of Albania. In total, about 57 million Ton geological reserves are calculated. Iron-nickel and nickel silicate ores are another important resource. The potential is calculated 300 million Ton of iron-nickel and 111 million Ton of nickel silicate. 30 types of minerals and industrial rocks are identified, distributed in over 400 deposits, 300 of them are in active operation. The assessed geological reserves for main industrial rocks are: 590 million Ton of rock salt, 108 million Ton of olivinite, 180 million Ton of dolomite, 54 million Ton of phosphorite, 23 million Ton of volcanic glass, 62 Million ton of quartzites, quartz and quartz sandstone etc. (Mineral resources of Albania, 2012).

The main challenge and priority of the responsible ministry and AGS is to act towards a sustainable development of the mining sector despite to unforeseen changes in the global mineral market, inconsistency of mineral prices (specially of metallic minerals), financial impact on the development of mining activities and high demand for certain minerals (Mati, 2012).

References

- Geological Survey of Albania, 2012: Mineral resources of Albania: 302 p, ISBN 978-99956-43-92-8.
- Mati, S. 2012: Sustainable development of mineral activity in Albania - Why?, How?, Because?: 43, ISBN 978-9928-124-50-0.
- Meço, S., Aliaj, Sh. & Turku, I. 1998: Geology of Albania. Berlin Stuttgart: 193 p, ISBN 3-443-11028-2.
- Shields, D.J. 2004: Sustainable mineral resources management and indicators; case study Slovenia/ Deborah J. Shields, Slavko V. Solar - Ljubljana: Geological Survey of Slovenia: 15 p, ISBN 961-6498-03-7.

Uporaba karotažnih meritev v hidrogeologiji

Application of borehole logging in hydrogeology

Simon Mozetič, Tomislav Matoz & Andrej Lapanje

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

simon.mozetic@geo-zs.si

Karotažne meritve spadajo v sklop geofizikalnih meritev, ki se izvajajo v vrtinah. Uporabne so v praktično vseh vejah geoznanosti (geologija, hidrogeologija, geotehnika, rudarstvo, geotermične raziskave, ...). S karotažnimi meritvami merimo fizikalne lastnosti kamnin in tekočin, skozi katere potekajo vrtine, ter opazujemo osnovne tehnične lastnosti vrtin (premer, usmerjenost, stanje vgrajenih materialov, ipd.). Meritve se lahko izvajajo v vseh vrtinah, ne glede na namen vrtin (vodnjaki, naftne in plinske, geotermalne, strukturne, geomehanske vrtine, ...).

Meritve se izvajajo točkovno ali zvezno ter pri različnih hitrostih, odvisno od uporabljene sonde in zahtevanih rezultatov. Najpogostejše karotažne meritve, ki jih izvajamo na Geološkem zavodu Slovenije, so meritve naravne gama aktivnosti, temperature, električne prevodnosti, meritve geometrije, odklona in usmerjenosti vrtin, meritve pretokov, video pregledi, pregledi z optičnim in akustičnim pregledovalnikom, odvzemi vzorcev vode, ipd. Za to uporabljamo različne sonde in vsaka poda določen tip podatkov. V primeru, ko se opravi več meritev z različnimi sondami v isti vrtini, je potrebno dobljene podatke pravilno združiti in jih med seboj primerjati, šele nato se lahko interpretirajo.

V hidrogeologiji se karotažne meritve uporabljajo tako v fazi izvedbe opazovalnih (piezometrov) in črpalnih vrtin (vodnjakov) kot pri pregledu stanja obstoječih objektov in njihovi sanaciji. Pri izvajanju novih vrtin se najpogostejše uporablja sonda za meritve naravne gama aktivnosti, temperature ter električne prevodnosti, saj je z njo možno najlažje določiti območja dotokov vode v vrtino. Kot dodatne meritve se večinoma izvajajo še meritve električne upornosti kamnin, premera vrtine za določitev večjih razpok in kavern oziroma potrebne količine cementa za cementacijo. Na podlagi teh meritev je možno natančneje pripraviti načrt cevitve, postavitve filtrskih odsekov ter cementacije.

Pri pregledovanju stanja vrtin se najpogostejše uporablja video kamera, saj omogoča pogled v vseh smereh do globine 1000 m. S pomočjo te opreme smo velikokrat pregledovali tudi popolnoma dotrajane vrtine za oskrbo s pitno vodo, neprimerne za nadaljnjo uporabo. Najpogostejše poškodbe so prerjavele in poškodovane cevi, zamašeni ali uničeni filtri, rast bakterijskih kolonij, ipd. Pregled s kamero prikaže dejansko stanje vrtine in naročniku pomaga pri načrtovanju nadaljnjih sanacijskih ukrepov oziroma pri opustitvi vrtine in izdelavi nove.

Uporaba optičnega in akustičnega pregledovalnika se je pokazala kot zelo koristna pri vrtinah za projekt II. žele-

zniškega tira Divača–Koper. Gre za sonde, ki sta namenjeni pregledu celotnega ostenja necevljene, kot cevljene vrtine. Optični pregledovalnik je uporaben v suhih vrtinah in takšnih s čisto vodo, akustični pa se uporablja za snemanja, ko je v vrtini umazana voda, izplaka ipd. Z uporabo teh sond je možno natančno določanje vpadov posameznih razpok, plasti in drugih geoloških struktur. Rezultati teh meritev so lahko prikazani v obliki razvitega valja, kot 3D prikaz celotnega ostenja vrtine ter, kot diagrami diskontinuitet.

Renewable energy education in Iceland

Izobraževanje o obnovljivih virih energije na Islandiji

Juliet Newson & Randall Morgan Greene

Iceland School of Energy, Reykjavik University, Menntavegi 1, 101 Reykjavik, Iceland;

julietn@ru.is

Iceland primary energy supply is 85% renewable, and electricity generation is from 100% renewable sources (24% geothermal and 76% hydro). In around 70 years, Iceland has used local energy resources to contribute to a transformation from the least developed nation in Europe, to a wealthy, environmentally conscious, modern society. Ninety percent of space heating is from the direct use of geothermal heat. Large scale energy-intensive industries have been encouraged to move manufacturing to Iceland, thereby providing a market for Iceland's abundant energy. This energy industry landscape has led to multiple cutting edge research and development projects being based in Iceland, including the Iceland Deep Drilling Project (s) (IDDP), the CarbFix CCS project, and Carbon Recycling International (CRI).

Iceland is the perfect environment for energy education and research. The Iceland School of Energy (ISE) is a graduate school within Reykjavik University, Iceland. The Iceland School of Energy has graduated 123 Masters students since 2011, of which 85% are international. ISE students are from all over the world, since 2011 42 have been from North America, and twelve from Latin America and the Caribbean respectively. Every year two ISE students are Fellows (and graduates) of the United Nations University Geothermal Training Programme (UNU-GTP) which provides geothermal training for students from developing countries.

ISE students follow their interests in sustainable energy related topics in science, engineering, and management to gain a Master and/or Doctoral qualification. Students at the Iceland School of Energy get many opportunities to visit field sites, interact with energy professionals, and work on 'real world' and industry relevant energy related topics. At least one internship is included in the second semester. Many internships are with local energy com-

panies and some of these lead directly into a thesis topic. Thesis topics to date include wind, geothermal, and hydro energy, business and management, power engineering, environmental, social and bio-energy.

There are several challenges associated with providing a long-running and comprehensive course in sustainable energy. These include maintaining a wide ranging pool of experts for teaching and project supervision; managing a course with primarily international students in the context of wider macroeconomic factors; dealing with potentially unclear or changing immigration environments for student visas; sourcing the required number of challenging, interesting and topical internship and thesis projects; and finally, having a strategy for selective collaboration with increasing numbers of potentially competitive sustainable energy graduate education courses in the world.

References

<https://nea.is/the-national-energy-authority/energy-statistics/primary-energy/>

Groundwater abstractions in Flanders (Belgium): an enforcement perspective

Odvzem podzemne vode v Flandriji (Belgija): iz perspektive nadzora

Jeroen November, Rita Van Ham & Sigrid Raedschelders

Enforcement Division, Department of Environment & Spatial Development, Government of Flanders, Koning Albert II-laan 20 bus 8, B-1000 Brussels, Belgium;
jeroen.november@vlaanderen.be

Due to the high population density, (ground)water availability per capita in Flanders is very low. Recent periods of prolonged drought have brought this topic even more to public attention, raising awareness for economical use and re-use of our water sources. The increasing demand for alternative energy sources has boomed the market for shallow geothermal installations for companies as well as households. Existing environmental legislation, among which groundwater abstraction permitting, drilling permitting and a levy for groundwater use, have therefore been regularly updated over the last decades to improve the protection of this valuable natural resource.

Following the reform of a part of the Flemish administration in 2017, environmental enforcement, enforcement on spatial planning and immovable heritage as well as administrative sanctioning is combined in the Enforcement Division (ED). Within the Flemish Region, the ED is the main body for ensuring and enforcing compliance with environmental legislation. Taking advantage of its end-of-pipe position with regard to environmental policy, the ED provides field-based input for policy preparation

and evaluation. The soil and groundwater working group coordinates inspections related to these environmental receptors within the ED.

Inspections of groundwater abstractions, geothermal sites and more recently drilling sites have been the main focus of the working group. Inspections frequently showed unconformities regarding installment, maintenance, monitoring and decommissioning of groundwater abstractions. The lack of knowledge by operators concerning the groundwater abstraction itself and its associated best practices was no exception. Illegal drilling and groundwater abstraction also put an extra strain on the groundwater system. The need for an accreditation scheme for drilling companies was raised by the ED to the policy makers, based upon these inspection results. This was ultimately brought to practice since January 2017. Accreditation requirements include regular training, compliance to the environmental legislation, online reporting of all drilling results and providing advance notice of the start of selected drilling sites. Joint enforcement of this accreditation scheme is currently underway, primarily raising awareness throughout the sector thus facilitating compliance promotion. Fining, temporary suspension or revoking of the accreditation are examples of possible follow-up measures if requirements would be repeatedly violated.

As a result of improving groundwater legislation, governance and enforcement, the status of the Flemish groundwater bodies is improving, bearing in mind that future challenges remain underway to reaching and maintaining a good status for all groundwater bodies concerned.

Zgornjekredna geodinamika severnega dela Jadranske karbonatne platforme

Late Cretaceous geodynamics of the northern part of the Adriatic carbonate platform

Bojan Otoničar¹ & Jernej Jež²

¹ Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, Titov trg 2, 6230 Postojna, Slovenija;
bojan.otonicar@zrc-sazu.si

² Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;
jernej.jez@geo-zs.si

Albijsko do maastrichtijsko sedimentarno evolucijo in geodinamiko najsevernejšega ohranjenega dela Jadranske karbonatne platforme (JKP) smo proučevali v petih geoloških profilih zahodne Slovenije. Do 1200 metrov debela karbonatna zaporedja smo razdelili na osem litostratigrafskih enot. Vsako sestavlja več faciesnih združb, ki opredeljujejo specifična sedimentacijska okolja. V sedimentarni evoluciji severnega dela JKP se dinamika notranjih (npr. oddaljenost od robov platforme) in zunanjih dejavnikov (npr. evstatični pogoji in tektonske razmere)

odraža v značilnem spreminjanju sedimentacijskih okolji skozi čas in preko raziskovanega območja. Zaradi dogajanj na območju albijsko-conijacijske eoalpidске orogeneze, zlasti njenega turonijskega vrhunca, v bližnjem avstroalpidskem območju in sočasnem srednje turonijskem začetku subdukcije Jadranske plošče pod Evrazijsko ter s tem povezanega specifičnega napetostnega stanja Jadranske plošče, so se na severnem delu JKP občasno pojavljali intraplatformni bazeni na eni in kopna območja na drugi strani. Pri tem so imeli učinki zgornje cenomanijske/spodnje turonijskega oceanskega anoksičnega dogodka («OAE2») in s tem povezanega dviga ter kasnejšega zgornje turonijskega padca morske gladine le sekundarni vpliv na primarno tektonsko inducirane trende sedimentacije. Na začetku campanija se je tektonski značaj severnega dela JKP spremenil od »statičnega« fleksurnega tipa, pogojenega s kompresijskimi horizontalnimi napetostnimi stanji Jadranske plošče, k napredujočemu tipu, pogojenemu z dinamično vertikalno obremenitvijo predgorskega dela («foreland») litosferske plošče. Tako so v campaniju in maastrichtiju obrobni deli platforme postopoma potonili ter bili prekriti s pelagičnimi laporji in flišem.

Izhodišča za pripravo predpisa o vodovarstvenem območju

Basis for a preparation of a regulation on a drinking water protection zone

Irena Anica Oven & Nataša Vodopivec

Ministrstvo za okolje in prostor, Direktorat za vode in investicije, Dunajska c. 48, 1000 Ljubljana, Slovenija;
irena.oven@gov.si,
nataša.vodopivec@gov.si

Raba vode za oskrbo s pitno vodo skladno z Zakonom o vodah in Ustavo RS prednostno in trajnostno služi oskrbi prebivalcev s pitno vodo. V ta namen ima raba vode za oskrbo s pitno vodo ter varovanje vodnega vira absolutno prednost pred drugimi rabami ali dejavnostmi, ki bi lahko negativno vplivali na njeno kakovost.

Da se zavaruje vodno telo, ki se uporablja za odvzem ali je namenjeno za javno oskrbo s pitno vodo pred onesnaževanjem ali drugimi vrstami obremenjevanja, ki bi lahko vplivalo na zdravstveno ustreznost voda ali na njeno količino, in doseganja ciljev v zvezi z oskrbo s pitno vodo, na območjih, kjer režim zavarovanja vodnih teles še ni vzpostavljen, vlada določi vodovarstveno območje. V okviru pristojnih služb ministrstva, pristojnega za vode, se pripravljajo uredbe za zavarovanje vodnih teles na območjih, kjer se še vedno uporablja občinski predpisi ali viri pitne vode še niso zavarovani z ustreznim režimom.

Osnovna izhodišča za pripravo uredbe za zavarovanje vodnih teles so podana v veljavni zakonodaji – zakonu o vodah, zakonu o varstvu okolja, pravilniku o kriterijih za

določitev vodovarstvenega območja in strokovnih podlagah s področja hidrogeologije. Strokovne podlage s področja hidrogeologije so ključne, saj je na podlagi kriterijev in ob uporabi ustreznih metod določena meja vodovarstvenega območja ter njenih notranjih območij. Vodovarstveno območje mora biti določeno tako, da je na njem omogočeno izvajanje vodovarstvenega režima v obsegu in na način, ki zagotavlja ohranjanje naravnega stanja vodnega telesa. Izhodišča za opredelitev vodovarstvenega območja temeljijo na naravnih danostih vodnega telesa in njegovega napajalnega območja, ki varujejo vodno telo pred onesnaženjem in drugimi vrstami obremenjevanja, dolgoročnem pomenu vodnega telesa za lokalni ali regionalni razvoj, tveganju za onesnaženje zaradi posegov v okolje, ocenah stanja idr.

Z namenom, da se zavaruje vodno telo, ki je namenjeno oskrbi prebivalstva s pitno vodo, morajo biti v strokovni podlagi opredeljene tudi prepovedi, omejitve in zaščitni ukrepi na posameznem vodovarstvenem območju. Prepovedi, omejitve in zaščitni ukrepi morajo na vodovarstvenih območjih oz. posameznih notranjih območjih zagotavljati najvišjo možno raven varstva voda ter le izjemoma dovoliti tiste posege in/ali dejavnosti, ki se jim glede na ugotovljene značilnosti območja ni mogoče izogniti oz. jih načrtovati in urediti izven obravnavanega vodovarstvenega območja oz. posameznega obravnavanega notranjega območja. Na podlagi opredeljenega vodovarstvenega območja ter stopnje tveganja za onesnaženje vodnega telesa, ki je namenjeno oskrbi prebivalstva s pitno vodo, se pripravi tudi strokovna podlaga s področja kmetijstva, s prepovedmi, omejitvami, zaščitnimi ukrepi, ki se nanašajo na izvajanje kmetijske dejavnosti.

Vodovarstveno območje se zaradi različnih stopenj varovanja lahko deli na notranja območja, in sicer na: širše območje, na katerem se izvaja varovanje z blažjim vodovarstvenim režimom, ožje območje, na katerem se izvaja varovanje s strogim vodovarstvenim režimom, in najstrožje območje, na katerem se izvaja varovanje z najstrožjim vodovarstvenim režimom.

Na podlagi zakonskih določil ter izdelanih strokovnih podlag se na ministrstvu, pristojnem za vode, pristopi k pripravi osnutka uredbe o vodovarstvenem območju ter izpeljejo vsi nadaljnji koraki usklajevanja z različnimi deležniki (kot npr. občinami, ministrstvi, kmetijsko gozdarsko zbornico). Usklajen predlog uredbe o vodovarstvenem območju obravnava in sprejme Vlada RS. Postopek priprave uredbe o vodovarstvenem območju se zaključi z objavo v Uradnem listu RS ter njeno uveljavitvijo.

Efficient land use practices as tools of drinking water protection in complex karst environment – Dalmatia case study

Učinkovita raba prostora kot orodje za zaščito virov pitne vode v kompleksnem kraškem okolju – primer Dalmacije

Matko Patekar, Jasmina Lukač Reberski, Ivana Boljat, Ivona Baniček, Ana Selak & Josip Terzić

Croatian Geological Survey, Department of Hydrogeology and Engineering Geology, Sachsova 2, 10000 Zagreb, Croatia; jterzić@hgi-cgs.hr

Land-use practices can be considered as the pivotal factors that impact and modify hydrological and hydrogeological systems, forming an intricate relation which has a direct effect on the quality, quantity and availability of drinking water. Within the scope of PROLINE-CE project (Interreg CENTRAL EUROPE), interdisciplinary and innovative approach is fostered with the aim of improved protection of drinking water resources by applying integrated land-use management.

Croatian drinking water resources, considered to be of good quality and quantity, are coming under increased pressure due to land use, climate changes and certain deficiencies in management. This is particularly relevant for Dalmatia – coastal region with Mediterranean climate, where prolonged droughts are common during dry and warm summer season. In response, two pilot areas were chosen: (i) Imotsko polje and (ii) part of South Dalmatia (Prud, Klokun and Mandina mlinica springs).

Dalmatian pilot areas belong to Dinaric karst region, characterized by very complex hydrogeological features and forms, such as poljes (karst fields), springs, ponors (sinkholes), estavelles and preferential groundwater flow paths. In attempt to identify negative impacts of various types of land use as well as to improve understanding of hydrogeological and hydrological processes in pilot areas, *in situ* measurements of physio-chemical parameters and hydrochemical laboratory analyses will be conducted on spring and surface water.

The main drivers in terms of negative effects on drinking water quality and quantity in pilot areas, as recognized through SWOT analysis, are intensive agricultural activity, high losses in water supply system, illegal waste dumps, outdated sewage system with high leakage, inadequate wastewater collection and treatment systems, occasional flooding of poljes and unfavorable climate change scenarios which predict reduction of discharge from 2021-2050.

With main gaps and conflicts between land use and water management being recognized, best management practices for drinking water protection are derived in order to achieve function-oriented land use-based spatial management at the operational level. Proposed best management practices include improvement of groundwater monitoring systems, non-structural flood mitiga-

tion measures, innovative solutions of sustainable waste management, natural wastewater treatment systems, climate change adaptation and establishment of sustainable drinking water protection zones.

Nova zasnova varovanja virov pitne podzemne vode v Pomurju po izgradnji vodovodnih sistemov A, B, C

A new concept for the protection of drinking water resources in Pomurje after the construction of systems A, B, C

Timotej Pepelnik, Joerg Prestor, Nina Mali, Luka Serianz, Lidija Levičnik & Petra Meglič

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

timotej.pepelnik@geo-zs.si

Na območju Pomurja je oskrba s pitno vodo nezadostna, pogosto se pojavljajo težave pri oskrbi zaradi zdravstvene neustreznosti vode. Nekateri vodni viri niso ustrezno za-varovani, ponekod pa vodovodni sistemi niso še niti zgrajeni. Osnovni namen celovitega projekta Oskrba s pitno vodo Pomurja, ki je razdeljen v tri sisteme A, B in C (skupaj 27 občin), je zagotovitev varne in trajne oskrbe prebivalstva s kakovostno pitno vodo. Celovita razvojna zasnova za Pomurje temelji na postopnem izključevanju manjših vodnih virov, ki se nadomestijo s ključnimi večjimi vodnimi viri, kar pomeni ekonomsko optimizacijo delovanja vodovodnih sistemov in možnost boljšega strokovnega nadzora nad kakovostjo vode. Tisti lokalni vodni viri, kjer je voda neoporečna, se vključijo v rezervne vodne vire za primere kakršnihkoli izrednih razmer.

Na območju Pomurja je bilo pred izgradnjo Pomurskega vodovoda na sistem javne oskrbe s pitno vodo priključenih 52 vodnih virov, ki so bili v upravljanju 19 izvajalcev gospodarske javne službe (v nadaljevanju: GJS) za oskrbo s pitno vodo. Po celoviti izgradnji Pomurskega vodovoda je predvidena vključitev 13 glavnih vodnih virov (in treh rezervnih vodnih virov), ki bodo zaščiteni z državnimi predpisi. Trenutno na celotnem območju veljata dve državni uredbi in 15 občinskih odlokov, ki varujejo tudi že izključene vodne vire. Po koncu projekta Oskrba s pitno vodo Pomurja se bo delež prebivalcev, priključenih na sistem oskrbe s pitno vodo, ki se izvaja kot GJS povečal iz 81 % na 97 %.

S spremenjenim sistemom oskrbe s pitno vodo se bodo spremenila tudi vodovarstvena območja (v nadaljevanju: VVO). Nova VVO za sistem Pomurskega vodovoda A, B in C bodo opredeljena po veljavnem Pravilniku o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja (Uradni list RS, št. 64/04, 5/06, 58/11 in 15/16). Iz večjega števila površinsko manjših in razpršenih VVO bo določenih manj, vendar prostorsko večjih območij, ki bodo v prostor prinesla nove

prepovedi, omejitve in zaščitne ukrepe.

V prispevku predstavljamo prikaz različnih interpretacij smeri toka podzemne vode skozi leta v različnih hidrogeoloških stanjih, ter potrebo po določanju VVO na podlagi unije različnih interpretacij in uporabi varnostnih razširitev. Glede nato, da bodo pri pripravi VVO obravnavani vsi vodni viri, ki bodo v prihodnosti pomembni za oskrbo s pitno vodo in količine na katere se varujejo, bodo znani tudi vsi dolgoročno pomembni tokovi podzemne vode, oz. napajalna zaledja, kar bo pomembno vplivalo tudi na razvoj gospodarskih dejavnosti in prostorsko načrtovanje.

Proučevanje pobočnih masnih premikov v zaledju naselja Koroška Bela (SZ Karavanke)

Studying slope mass movements above the settlement of Koroška Bela (NW Karavanke)

Tina Peternel, Jernej Jež, Blaž Milanič, Anže Markelj, Mateja Jemec Auflič, Špela Kumelj, Dejan Šram, Luka Serianz, Matjaž Klasinc & Mitja Janža

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

tina.peternel@geo.zs.si

V prispevku podajamo rezultate proučevanja pobočnih masnih premikov v zaledju naselja Koroška Bela, za katerega je bilo po do sedaj zbranih podatkih ocenjeno, da lahko ob neugodnih vremenskih razmerah predstavlja izvirno območje za nastanek drobirskega toka (Jež et al., 2008). Pobočni masni premiki na območju Potoške planine so aktivni že več let, kar dokazujejo oblikovanost površja, deformacije na gozdni cesti in ukrivljenost dreves (Peternel, 2017).

V preteklosti so se na območju vršaja potoka Bela že pojavljali drobirski tokovi, ki so neposredno vplivali na prebivalce vasi Koroška Bela. O tem pričajo tudi zgodovinski viri, ki navajajo, da je bil ob povodnji 13. novembra 1789 zasut del vasi Koroška Bela, poškodovanih naj bi bilo 40 hiš, zasutih veliko obdelovalnih površin in uničenih več mlinov (Zupan, 1937; Lavtižar, 1897).

Zaledje Koroške Bele ima izredno pestro geološko zgradbo. Širše obravnavano območje gradi kar dvanajst litostratigrafskih enot. Pobočni masni premiki so najbolj pogosti na območjih, ki jih gradijo kamnine zgornjekarbonske do spodnjeperske starosti. Zastopajo jih plasti skrilavega glinavca, kremenovega peščenjaka, meljevca in kremenovega konglomerata. Strmo pobočje Belščice gradijo skladoviti dachsteinski apnenci, zgornjetriasne starosti in lapornati apnenci, spodnjeperske starosti. Pod strmimi stenami dachsteinskega apnenca in liasnega lapornatega apnenca se pojavljajo obsežne akumulacije karbonatnega pobočnega gruščja. Neposredno pod apnenčevimi stenami se pobočni grušč odlaga v obliki vršajev.

V strukturnem smislu obravnavano območje pripada

Periadriatski prelomni coni čez katerega poteka Košutin prelom. Prelomna cona Košutinega preloma je na obravnavanem območju široka tudi do 500 m. Kamnine na obravnavanem območju so močno porušene in podvržene mehanskemu preperevanju in posledično pobočnim masnim premikom v obliki padanja kamenja (zgornji del) in plazenja (osrednji del) ter potencialnemu pojavljanju drobirskih tokov.

Pretekli dogodki, dosedanje raziskave in dejstvo, da je obravnavano območje podvrženo pojavljanju pobočnih masnih premikov, kažejo, da je preventivno obvladovanje na obravnavanem področju nujno potrebno. Prvi pogoj za uspešno preventivo je prepoznavanje in razumevanje lastnosti pojavov pobočnih masnih premikov ter lokalnih dejavnikov, ki jih povzročajo. Lastnosti teh procesov ugotavljamo tudi z vzpostavitvijo sistema za opazovanje, s katerim izvajamo periodične in sistematične analize ter pridobivamo podatke o spremembah v času in prostoru. S tem namenom smo na obravnavanem območju izvedli temeljite raziskave, ki so obsegale inženirskogeološko kartiranje zaledja, globinske raziskave na potencialnih izvornih območjih plazenja z vzpostavitvijo geotehničnega in hidrogeološkega monitoringa, geofizikalne raziskave in geodetske meritve površinskih premikov.

Obsežne raziskave zaledja potoka Bela nad Koroško Belo so potrdile domneve o dovzetnosti tega območja za nastajanje zemeljskih plazov in skalnih podorov ter masnih (drobirskih) tokov.

Predstavljene raziskave so bile izvedene v okviru naloge financirane s strani MOP in ARRS projekta »Proučevanje premikanja plazov od izvornih območij do mesta odlaganja z determinističnim pristopom« (št. projekta J1-8153, 5/2017 4/2020).

Literatura:

Jež, J., Mikoš, M., Trajanova, M., Kumelj, Š., Budkovič, T. & Bavec, M. 2008: Vršaj Koroška Bela – Rezultat katastrofičnih pobočnih dogodkov. *Geologija*, 51/ 2: 219–227.

Lavtižar, J. 1897: Zgodovina župnij in zvonovi v dekaniji Radolica. Ljubljana (samozaložba J. Lavtižar): 148 p.

Peternel, T. 2017: Dinamika pobočnih masnih premikov na območju Potoške planine z uporabo rezultatov daljinskih in terestričnih geodetskih opazovanj ter in-situ meritev. Doktorska disertacija. Ljubljana: 183 p.

Zupan, G. 1937. Krajevni leksikon Dravske banovine. Ljubljana, Uprava Krajevnega leksikona dravske banovine Ljubljana: 539–540.

Analiza geomorfnih indikatorjev tektonske aktivnosti na prehodu iz Posavskih gub v Ljubljansko kotlino v Tunjiškem gričevju

Analysis of geomorphic indicators of tectonic activity at the Sava Folds - Ljubljana Basin transition (Tunjice Hills, central Slovenia)

Valentina Pezdir¹, Balázs Székely² & Marko Vrabec¹

¹ Oddelek za geologijo, NTF, Univerza v Ljubljani, Aškerčeva 12, 1000 Ljubljana, Slovenija; valentina.pezdir@gmail.com, marko.vrabec@geo.ntf.uni-lj.si

² Eötvös Loránd University, Department of Geophysics and Space Sciences, Pázmány Péter stny. 1, 1117 Budapest, Hungary; balazs.szekely@ttk.elte.hu

Območje Posavskih gub v osrednji Sloveniji je bilo v pliocenu in verjetno tudi kvartarju močno skrčeno in nagubano v smeri sever–jug. O tem, koliko daleč proti zahodu segajo te deformacije, ter ali aktivno gubanje poteka tudi v današnjem času, konsenza še ni. Po klasični interpretaciji so se velike debeline aluvialnih kvartarnih sedimentov v osrednjem delu Kranjsko-Sorškega polja odložile v aktivno rastoči sinklinalni gubi, ki ima os usmerjeno v Posavski smeri vzhod-zahod. Nekateri avtorji so nadaljevanje nagubane strukture Posavskih gub iskali tudi v zahodnem obrobju Ljubljanske kotline pri Škofji Loki in še zahodneje proti predgorju Julijskih Alp.

Raziskovali smo recentno tektonsko aktivnost v Tunjiškem gričevju pri Kamniku, ki se nahaja na severnem robu Ljubljanske kotline na prehodu v severovzhodni del Posavskih gub. Strukturno predstavlja Tunjiško gričevje zahodni podaljšek Tuhinjske sinklinale, ki je najsevernejša sinklinala Posavskih gub. Gričevje gradi preko 1000 m debelo zaporedje oligocenskih in miocenskih sedimentnih kamnin, ki je nagubano v veliko prevrnjeno sinklinalo, ki vergira proti jugu, na zahodu pa tone pod kvartarne sedimente. Oblikovanost površja Tunjiškega gričevja smo raziskovali z metodami tektonske geomorfologije. Sedmim večjim vodotokom, ki tečejo po območju Tunjiškega gričevja smo določili vijugavost, hipsometrične krivulje in hipsometrične integrale, vzdolžne profile ter konkavnost struge.

Na območju Tunjiškega gričevja spremembe v vijugavosti rek kažejo predvsem na litološke spremembe, tektonska aktivnost bi lahko bila prisotna v južnem centralnem delu gričevja, kar je opazno tudi iz odebeljenih hipsometričnih krivulj. Obe interpretaciji sta močno pogojeni s količino sedimentov in zato na tem območju ne najbolj zanesljivi. Hipsometrične krivulje v centralnem in zahodnem delu Tunjiškega gričevja imajo manj konkavno obliko in višjo vrednost integrala kot v vzhodnem, kar nakazuje, da je območje v mlajših fazah erozije, kjer je lahko prisotna tektonska aktivnost. Enako kažejo tudi vzdolžni profili in preko njih izračunane vrednosti konkavnosti potokov. Na vzdolžnih profilih so jasno izraženi prelomi, litološke spremembe ter sotočja, kjer pride do spremembe v pre-

toku. Pri analizi konkavnosti smo uporabili konkavnostni faktor, maksimalno konkavnost ter oddaljenost maksimalne konkavnosti od začetne točke potoka. Tektonsko aktivnost nakazujejo nizke vrednosti konkavnostnega faktorja, nizke vrednosti maksimalne konkavnosti in velika oddaljenost te od začetne točke potoka. Te vrednosti so določene na območju zahodnega in centralnega dela Tunjiškega gričevja. Hipsometrični integral in konkavnost nakazujejo, da so potoki v severnem delu gričevja v mlajših erozijskih fazah. V tem predelu potekajo večji prelomi, ki bi glede na rezultate lahko bili še vedno aktivni.

Na vzhodnem delu gričevja, na meji s Posavskimi gubami, tektonska aktivnost zagotovo ni prisotna, ker to območje kaže značilnosti poznejših erozijskih faz. Visoke vrednosti konkavnosti ter nizke vrednosti hipsometričnega integrala, ki kažejo na poznejše erozijske faze in stabilno območje so prisotne tudi na manjšem območju med najbolj zahodnim potokom in centralnim delom Tunjiškega gričevja.

Naši rezultati torej kažejo, da je recentna tektonska aktivnost v Tunjiškem gričevju vezana na aktivne prelome v coni Savskega preloma, dokazov za aktivno gubanje v strukturnem trendu Posavskih gub pa nismo našli.

Strukturna simetrija Vzhodnih Karavank

Structural symmetry of the Eastern Karavanke range

Ladislav Placer

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija; ladislav.placer@geo-zs.si

Geneza primarnih in sekundarnih struktur zmičnih prelomov je dobro poznana (npr. Swanson, 2005), vendar še vedno najdemo izjemne primere, ki jih ne moremo obravnavati kot standardne. Taka sta npr. Severnokaravanški nariv (Kieslinger, 1928 – Petzen-Decke; Štrucl, 1965 – Severnokaravanški nariv) in Pecin nariv (Placer, 1996). Severne Karavanke so ostanek ob Periadriatskem prelomu zapognjenega in izrinjenega dela karbonatnega sedimentnega pokrova Vzhodnih Alp (npr. Nemes et al., 1997; Fodor et al., 1998). Ta razlaga je v generalnem smislu pravilna, ostaja pa vprašanje lokacije obeh narivov/izrivov: zakaj sta nastala ravno na tem mestu in zakaj ni izrinen tudi pas karbonatnih kamnin vzhodno od Severnih Karavank med Spodnjim Razborjem in Labotskim prelomom, ki se nahajajo v talnini miocenskih klastitov in so identične z izrinjenimi?

To vprašanje se je postavilo že pri odkritju Pecinega nariva. Preden pa je bilo nanj mogoče odgovoriti, je bilo potrebno strukturno pregledati mejno ozemlje Severnih Karavank in miocenskih klastitov na območju med Velunjo in Selčnico. Ugotovljeno je bilo, da so bili geometrijski in dinamski pogoji nastanka obeh narivov/izrivov identični,

le da sta nastala v zaporednem nizu. Gre torej za simetrijo v časovnem zaporedju.

Zaporedni dvig Severnokatavanskega in nato Pecinega nariva, se odraža tudi v geomorfologiji Severnih Katavank. Te imajo stopničasto zgradbo, ki je danes nekoliko zabrisana zaradi mlajše tektonike in izdatne rečne erozije, vendar se najvišji vrh (Peca 2125 m) nahaja v Pecini narivni grudi, ki je porinjen na Severnokatavansko narivno grudo. Vzporodno z dviganjem so se sprožali plazovi, ki so v območju Severnokatavanskega nariva skromnejši, v območju Pecinega nariva pa imajo katastrofične razsežnosti.

Greben Uršlje gore (1699 m) in Plešivca (1414 m) leži v Severnokatavanski narivni grudi v bloku med dvema prelomoma smeri Periadriatske zmične cone. Nad okoliške grebene je dvignjen zaradi konvergence obeh prelomov v globini in predstavlja vzporodni pojav izrivanja.

Nastanek Severnokatavanskega in Pecinega izriva predstavlja izziv za laboratorijsko modeliranje.

Literatura

- Fodor, L., Jelen, B., Marton, E., Skaberne, D., Čar, J. & Vrabec, M. 1998: Miocene-Pliocene tectonic evolution of the Slovenian Periadriatic fault: Implications for Alpine-Carpathian extrusion models. *Tectonics*, 17/5: 690-709.
- Kieslinger, A. 1928: Die Lavantaler Störungszone. *Jahrbuch der Geol. Bundesanstalt*, 78: 499-527.
- Nemes, F., Neubauer, F., Cloetingh, S. & Genser, J. 1997: The Klagenfurt Basin in the Eastern Alps: an intra-orogenic decoupled flexural basin? *Tectonophysics*, 282: 189-203.
- Placer, L. 1996: Pecin nariv ob Periadriatskem lineamentu. = Peca thrust at the Periadriatic lineament. *Geologija*, 39: 289-302.
- Swanson, M. T. 2005: Geometry and kinematics of adhesive wear in brittle strike-slip fault zones. *Journal of Structural Geology*, 27: 871-887.
- Štruč, I. 1965: Geološke značilnosti Mežiških rudišč in njih okoliče. In: 300 let. Mežiški rudniki. Rudnik svinca in cinka Mežica.

Inženirsko geološke preiskave plazu Čemšenik

Engineering geological prospection of Čemšenik landslide

Zdenka Popović¹ & Marko Kočevár²

¹ TERRAS – Zdenka Popović s.p., Metelkova 1, 1000 Ljubljana; terras@siol.com

² GEOTRIAS, d.o.o., Dimičeva 14, 1000 Ljubljana; marko.kocevar@geotrias.si

Plaz Čemšenik že več desetletij ogroža kraj Čemšenik v Zasavju. Vas leži na južnem pobočju Čemšeniške planine na nadmorski višini 630 m. Teren je strm, povprečni naklon je od 18° do 20°. Na plazu stoji večje število stanovanjskih in infrastrukturnih objektov, podpornih zidov in cest. Starejši objekti so poškodovani, najbolj cerkev Marijinega vnebovzetja, ki je močno razpokana in statično nevarna.

Obravnavano območje je v geološkem in posledično

morfološkem oziru zelo kompleksno. V tektonskem smislu leži ozemlje na stiku trojanskega in kozjaškega nariva, ki sta del narivne zgradbe Južnih Alp. Ozemlje gradijo permokarbonski klastiti (C, P), v širši okolici pa se pojavijo tudi groedenski skladi (P₂). Čez te kamnine so narinjene mlajše, triasne karbonatne kamnine, ki gradijo Čemšeniško planino. Osrednji plazeci del vasi je prekrit z debelo plastjo pobočnega gruščnatega materiala s peščeno meljnim vezivom iz triasnih karbonatnih kamnin, ki tvori telo plazu z dimenzijami 230 m x ca. 400 m in z globino drsne ravnine od 18 m do 25 m.

Prve raziskave so se začele leta 2010 z izvedbo 5 raziskovalnih vrtin v okolici cerkvenega objekta (Terras s.p.), od katerih so bile štiri opremljene kot inklinometri. V letih 2011 in 2012 je podjetje Geoinženiring d.o.o. izvrtalo še 12 raziskovalnih vrtin, opremljenih z inklinometri globine 13 m do 30 m. Poleg vgradnje inklinometrov so bile v vrtinah izvedne različne geotehnične in hidrogeološke preiskave, kot so SPT, presiometrične meritve, nalivalni poskusi in izvedene geomehanske laboratorijske preiskave odvzetih vzorcev. Hitrost premikov plazu je v povprečju 8 mm/leto oz. v okolici cerkve 12 mm/leto. Močne in dolgotrajne padavine vplivajo na hitrost plazenja, ki se je po dosedanjih meritvah v spomladanskem obdobju povečala do 16 mm/leto.

V letu 2017–2018 so v okviru nujnih gradbenih del izvedene konstrukcijske ojačitve kamnitih opornih zidov v področju lokalne ceste in cerkvenega objekta v jedru vasi Čemšenik, ki pa ne vplivajo na stabilnost globokega plazu. V okviru teh del je bila tudi izvedba horizontalnih drenažnih vrtin v zgornjem delu plazu. Z geološko geotehnično spremljavo izkopov za pilote in drenažnih vrtin smo pridobili koristne podatke o mehanizmu plazenja.

Tako obsežnega in globokega plazu ne moremo obvladati z običajnimi inženirskimi konstrukcijami. Glede na starost plazu in trenutno dinamiko premikov ocenjujemo, da je verjetnost hitre splazitve v primeru izredno neugodnih vremenskih razmer, majhna. Potrebno je redno opazovati hitrost premikanja in v primeru povečanja hitrosti pristopiti k sanacijskim ukrepom.

Literatura

- Janež, J. 2010: Geologija Idrija, d.o.o., 2010: Hidrogeološko poročilo o možnosti zajema podzemne vode z vrtino na območju Čemšenika, št.por.: 2183-070/2010-01, junij 2010.
- Kočevár, M. 2011: Dodatne geološko geomehanske raziskave za sanacijo plazu Čemšenik, Geoinženiring d.o.o., št. IG-2052, december 2011.
- Kočevár, M., 2012: Dopolnilne raziskave k dodatnim geološko geomehanskim raziskavam za sanacijo plazu, Geoinženiring d.o.o., št. IG-2016, avgust 2012.
- Popović, Z. 2011: Geološko geomehansko poročilo – 1.faza, Plaz Čemšenik, št.por.: 314/11, TERRAS s.p., junij 2011.
- Popović, Z. & Šterk, V. 2017: PZI Konstrukcijska ojačitev kamnitih opornih zidov v področju ceste LC480011 Zagorje–V Zideh v jedru vasi Čemšenik, TERRAS s.p., UL-FGG Katedra za mehaniko tal, Šterk GG, d.o.o., št. proj.: 402/16, januar 2017.
- Pulko, B., Šterk, V. & Popović, Z. 2016: Študija izvedljivosti sanacije globokega plazu v vasi Čemšenik, TERRAS s.p., UL-FGG Katedra za mehaniko tal, Šterk GG, d.o.o., št. elab.: 395/16, julij 2016.

No-purge, discreet technique of hydrogeological sampling of deep piezometers and wells: field evaluation

Tehnika hidrogeološkega vzorčenja v globokih piezometrih in vrtinah za odvzem intaktnih vzorcev brez črpanja: terenska ocena

Adam Porowski

Institute of Geological Sciences Polish Academy of Sciences,
Twarda 51/55, 00-818 Warszawa, Poland;
adamp@twarda.pan.pl

One of the most challenging, difficult and expensive issues in hydrogeological sampling is a collection of high quality representative samples of groundwater from deep piezometers, boreholes or test holes. In case when the groundwater table is located several hundred meters below the ground surface the proper sampling of groundwater for advance physico-chemical studies becomes problematic. In this study, we present the application of still little-known alternative technique of HydraSleeve® sampler which can be successfully used for such purpose, however under specific conditions and technical improvements. Based on the several deep piezometers (max depth in the range 573 m), the sampling technique were described, major advantages and disadvantages were discussed, and some useful recommendations were formulated. Generally, the HydraSleeve® can be used to collect representative samples for all chemical parameters and isotopic compositions due to its construction of inert materials, lack of aeration (no oxidation of sensitive chemical compounds such as trace metals) and avoiding the turbulence or excessive mixing of water in sampled water column.

Mineral resources of Montenegro

Mineralni viri Črne Gore

Slobodan Radusinović

Zavod za geološka istraživanja Crne Gore;
radusinovic.s@geozavod.co.me

Montenegro, in relation to its size and population, has significant mineral resources. The most important are: red bauxite, lead, zinc and coal. Significant are also industrial minerals, but are not used sufficiently (Pajović & Radusinović, 2010).

Red bauxite deposits and occurrences are widespread in the central and less spread in southern parts of Montenegro. Until now 30 deposits and about 150 occurrences of the red bauxite were discovered. The most important are located in the wider area of Nikšić, where the largest

karstic red bauxite deposits were discovered and where exploitation takes place. Bauxites are used for the production of aluminum, and potentially can represent a resource of rare earth elements and other microelements (Radusinović, 2018). Secondary resources of red mud in the aluminum plant in Podgorica are also significant.

The deposits of lead, zinc and copper are related to the NW area of Montenegro. Economically important concentrations of the ore of lead and zinc were proved in Ljubišnja region where in Šuplja stijena deposit exploitation takes place, and Bjelasica region in Brskovo deposit. Reserves of copper are proven only in the Varine deposit.

Deposits of decorative stone are represented mainly by limestones, dolomitic limestones and travertine. Most important deposits are located in Bjelopavlići and the coastal regions. Montenegro is rich in carbonate rocks which are used as material for production of primary aggregates, as well as deposits of sand and gravel. A special potentiality is the production of carbonate fillers and their application in various branches of industry (Božović et al., 2018).

The most significant deposits of brick clay are identified in the area of Pljevlja, as well as cement marlstone deposits which are placed in the Potrica where coal is exploited, too. Large part of cement marlstone is deposited in Jagnjilo landfill and represents secondary resource.

More than 100 sites of white bauxite with significant reserves were discovered in the Western Montenegro, but there is still no adequate technological solution for the complex use of this mineral resource. Also, there are resources of dolomite, barite, bentonite, quartz sand and chert in Montenegro.

Regarding energy resource in Montenegro, only the coal is mined, and the potential of oil and gas is still in the domain of research and perspectives evaluation. The economically significant deposits of coal in Montenegro are located in the Berane and Pljevlja Neogene lacustrine basins. The coal from the Pljevlja basin is almost entirely used for the electricity production in the thermal power plant Pljevlja, where the landfill of ash and slag presents the secondary resource.

References

- Božović, D., Radusinović, S. & Simić, V. 2018: Carbonate Mineral Raw Materials of Montenegro. Abstract proceedings from 17th Serbian Geological Congress, Vrnjačka Banja. Serbian Geological Society, Belgrade: 263-268.
- Pajović, M. & Radusinović, S. 2010: Mineralne sirovine Crne Gore. Crna Gora u XXI stoljeću u eri kompetitivnosti, Životna sredina i održivi razvoj. Posebna izdanja Crnogorske akademije nauka i umjetnosti, 73/2: 237-282.
- Radusinović, S. 2018: Rare Earth Elements in Jurassic Karstic Bauxites of Montenegro. Abstract proceedings from 17th Serbian Geological Congress, Vrnjačka Banja. Serbian Geological Society, Belgrade: 309-314.

Ugodne geološke danosti za postavitve naprav za izkoriščanje plitve geotermalne energije – primeri dobrih praks

Favourable geological features for shallow geothermal energy installations – good case studies

Dušan Rajver, Joerg Prestor, Simona Pestotnik,
Mitja Janža & Jernej Jež

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

dusan.rajver@geo-zs.si

Učinkovitost plitvega sistema z geotermalno toplotno črpalko (GTČ) v odprtem ali zaprtem krogotoku je odvisna od lokalnih geoloških pogojev. Pri projektiranju sistema je pomembno le-te določiti čim natančneje in s tem povečati učinkovitost in zmanjšati stroške zajetja. Upoštevati je treba dejavnike, kot so temperatura površja, temperatura tal do globine 200 m, toplotne prevodnosti in difuzivnosti kamnin, gladina podzemne vode, njen pretok in lastnosti vodonosnika, ter trdnost kamnin, pomembna pri izbiri metode izkopavanja ali vrtanja. Prispevek predstavlja del raziskav opravljenih v okviru projekta GRETA (INTERREG Alpine Space program) s ciljem ponazoritve potenciala plitve geotermalne energije (GE) v alpskem prostoru.

Opisujemo nekatere primere ugodnih geoloških danosti za vgradnjo plitvih geotermalnih zajetij z in brez toplotnih črpalk. Med sistemi BTES (shranjevanje toplotne energije v vrtinah) izpostavljamo: sistem na Danskem (Braedstrup) ima 48 geosond v kombinaciji s toplarno in sončnimi paneli za daljinsko ogrevanje, ki deluje z aktivnim nadzorom omrežja; dva sistema za industrijo, eden na Švedskem (Emmaboda), s 140 geosondami v metamorfnih-magmatskih kamninah za shranjevanje odpadne toplote iz livarne, drugi za novo stavbo podjetja Leica v Nemčiji (Wetzlar), kjer sta 2 ločeni polji geosond zaradi potreb po procesnem hlajenju, ki je lahko aktivno s TČ ali direktno preko geosond.

Med sistemi ATES (shranjevanje toplotne energije v vodonosniku) je uspešen primer letališče Arlanda (Švedska) s sistemom ogrevanja, hlajenja in shranjevanja energije brez TČ, izveden v velikem peščeno-prodnem visoko izdatnem vodonosniku z globino do 15 m, imajo le črpalne in ponikalne vrtine. Zanimivi ATES sistemi so na Nizozemskem, v Eindhovnu izvajajo kombinacijo ATES z naravnim redčenjem in zadrževanjem onesnaževal, saj je cilj izboljšati stanja podzemne vode, zato je izdelano 14 vrtin v onesnaženem vodonosniku.

Povišane temperature v vodonosnikih pod središči večjih mest (učinek mestnega toplotnega otoka) izboljšajo geotermični potencial za ogrevanje (primeri v Nemčiji). Zanimiva je uporabnost vodoravnih kolektorjev v zaprtih sistemih za hlajenje (primer iz Trinidada). Optimizacija proizvodnje hladu v industrijskem merilu iz GTČ s 50 geosondami v glinavcih in apnenci je izvedena v Limburgu (Nemčija) za pokritje potreb po toploti in hlajenju; zaradi

povečane obremenitve po hlajenju navadni klasični koncept ne zadostuje, zato poleti vtiskajo skozi geosonde hladnejši nočni zrak, ter črpajo toploto iz tal, ki jo razpršijo v okoliški zrak; tako so zvišali dostopno podzemno energijo za hlajenje. Ugodne hidrogeološke pogoje izkoriščajo za GTČ sistem voda-voda v Milanu za velik kompleks stavb in za napajanje daljinskega omrežja v povezavi z dvema toplarnama. Inventiven je prilagodljiv GeoStar sistem v Bochumu (Nemčija) z novo zasnovano polja poševno radialno izdelanih geosond iz le nekaj lokacij na površju v zvezdasti ureditvi v muljevcih in peščenjakih, ki je ugodna za višji odvzem toplote.

Kot primer v Sloveniji navajamo pilotno območje Cerkno, kjer imajo kamnine srednje do visoke toplotne prevodnosti, ugodno je tudi menjavanje kamnin z nižjimi s tistimi z višjimi prevodnostmi.

Utilization of thermal water in six Danube Region countries, the DARLINGE project

Uporaba termalne vode v šestih podonavskih državah, projekt DARLINGE

Nina Rman¹, Lidia-Lenua Bălan⁵, Ivana Bobovečki²,
Nóra Gál⁴, Boban Jolović⁶, Andrej Lapanje¹,
Tamara Marković³, Dejan Milenić⁷, Ferid Skopljak⁸,
Ágnes Rotár-Szalkai⁴, Natalija Samardžić⁸,
Teodóra Szőcs⁴, Dragana Šolaja³, Nenad Toholj⁶,
Anca-Marina Vijdea⁵ & Ana Vranjes⁷

¹ Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

nina.rman@geo-zs.si

² Zagorje Development Agency, Frana Galovića 1b., 49000 Krapina, Croatia

³ Geological Survey of Croatia, Milana Sachsa 2, 10000 Zagreb, Croatia

⁴ Mining and Geological Survey of Hungary, Stefánia út 14., 1143 Budapest, Hungary

⁵ Geological Institute of Romania, Caransebes St., sector 1, 012271, Bucharest, Romania

⁶ Geological Survey of the Republic of Srpska, Vuka Karadžića 148b, 75400 Zvornik, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina

⁷ Belgrade University, Faculty of Mining and Geology, Djusina 7, 11 000 Belgrade, Serbia

⁸ Federal Institute for Geology-Sarajevo, Ustanička 11, 71210 Ilidža, Bosnia-Herzegovina

The DARLINGE project supports enhanced and efficient use of geothermal energy in the wider area as the TRANSENERGY (Rman et al., 2015). Utilization data on thermal water was collected from 6 countries (Rman et al., 2017) where selection criteria were: i) Outflow water temperature of 30 °C and above, ii) Active production or reinjection of thermal water, even if no exploitation permit is granted, iii) Inactive wells are included if they have an exploitation permit or belong to a national monitoring network.

The overview identified 767 geothermal objects and an average density of 7.7 objects per 1000 km². 93% are intended for thermal water production and of these at least 29% are active, 14% inactive and for 56% no information was available. The average well depth is 1145 m. About 13% of wells are younger than 10 years, additional 17% below 30 years, while 26% are older than 50 years. Thermal water temperature exceeds 50 °C at 51% of objects, with the highest temperature 101 °C. Lower and Upper Pannonian delta slope »basin fill« reservoirs with intergranular porosity significantly predominate over fissured, fractured, karstified and dual porosity basement and Middle Miocene »basement« reservoirs with almost 6-times more production objects.

Bathing and balneological use is prevalent with 24%, but only 15% of these also have heating systems applied. Different types of heating with 16% follow, out of these 13 wells are for district heating and 3 for individual space heating. Additional 9% of total have agricultural use, dominantly (greenhouse) heating. The 5% appertains to reinjection wells. Drinking water (17%), industrial use (5%) and monitoring wells (2%) are also common, mostly in Hungary. Only 62% of objects have production information which summed to >40•10⁶ m³ per year, wherefrom 85% was exploited from »basin fill« reservoirs. In total, 72% of objects hold water rights, 6% mining rights, 2% geothermal rights and 1% no rights. Licensed maximum annual production gives highest quantities – 62.3•10⁶ m³ in per year (55% available data), of which 70% may be produced from »basin fill« reservoirs.

This overview confirms large geothermal potential of the Pannonian basin and points out that significant development can be achieved already by using existing geothermal objects.

Acknowledgement. DARLINGe project is financed by the Danube Transnational Programme under grant No. DTP1-099-3.2. and the ARRS research core funding No. P1-0020.

References

Rman, N., Gál, N., Marcin, D., Weilbold, J., Schubert, G., Lapanje, A., Rajver, D., Benková, K. & Nádor, A. 2015: Potentials of transboundary thermal water resources in the western part of the Pannonian basin. *Geothermics*, 55: 88-98.

Rman et al. 2017: D.5.2.1 Summary report on the current status of thermal water uses. Project DARLINGe. Internet: <http://www.interreg-danube.eu/approved-projects/darlinge/outputs>

Mineralne surovine v trajnostnem prostorskem načrtovanju

Mineral resources in sustainable land-use planning

Duška Rokavec & Snježana Miletić

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

duska.rokavec@geo-zs.si

snjezana.miletic@geo-zs.si

Varovanje dostopa do nahajališč mineralnih surovin za neovirano raziskovanje in izkoriščanje predstavlja celovit optimiziran proces. Pomembnost zanesljive oskrbe s kovinskimi in nekovinskimi mineralnimi surovinami, vključno s kritičnimi surovinami, ki bo ustrezala evropskim potrebam, posebej poudarja Evropska Komisija skozi *Pobudo za mineralne surovine* (angl. *Raw Material Initiative*). Pri tem izhaja iz dejstva, da so mineralne surovine ključnega pomena za razvoj novih zelenih tehnologij, baterij za električne avtomobile in urbani razvoj, ter da je zato neoviran dostop do virov mineralnih surovin posebej pomemben. Nahajališča mineralnih surovin je potrebno primerno ovrednotiti in jih postaviti ob bok drugim rabam prostora z upoštevanjem varovanih območij, vodnih virov idr. Na podlagi navedene pobude sta zasnovana projekta MINATURA2020 in MINLAND, katerih namen je vzpostavitev učinkovitega instrumenta umeščenja nahajališč mineralnih surovin v prostorsko načrtovanje in njihovega varovanja pred trajno sterilizacijo oz. pozidavo.

V Sloveniji smo na področju varovanja dostopa do nahajališč pripravili seznam nahajališč mineralnih surovin, ki bi jih bilo smiselno varovati za morebitno izkoriščanje v prihodnje. Seznam za zdaj vključuje nahajališča nekovinskih mineralnih surovin, se pa po potrebi smiselno dopolnjuje. Pri pripravi seznama sta upoštevana dva vidika:

(1) nacionalna raven, ki upošteva določena nahajališča nekovinskih mineralnih surovin;

(2) lokalna oz. regionalna raven, na kateri so obravnavani potencialni regionalni centri oskrbe s kamenimi agregati.

Na nacionalni ravni je v tej fazi predlaganih za obravnavo 30 nahajališč, ki so vrisana na primernih grafičnih podlagah. Gre za nahajališča glin, naravnega kamna, kremenovih peskov, roženca, apnenca za industrijske namene in drugih. Slednja so v Sloveniji relativno redka, edinstvena ali pa pomembna za obstoj obstoječe industrije. Zato bi morali območja, na katerih se pojavljajo, ustrezno varovati tako, da jih umestimo v občinske prostorske načrte.

Cilj projekta MINLAND je izdelati bazo podatkov o obstoječih politikah in pripraviti smernice za učinkovito povezovanje prostorskega načrtovanja z mineralnimi politikami. Namen je podpreti trajnostni postopek podeljevanja koncesij na podlagi primerov dobre prakse in omogočiti prenos znanja in izkušenj med relevantnimi deležniki. Geološki zavod Slovenije sodeluje v tem projektu preko združenja EuroGeoSurveys in prispeva k ugotavljanju trenutnih razmer na področju usklajevanja prostorskega

načrtovanja z gospodarjenjem z mineralnimi surovinami v posameznih članicah EU.

Literatura

Project MINLAND press release 2017: MINLAND Project: Mineral Resources in Sustainable Land-Use Planning. Internet: https://eurogeologists.eu/wp-content/uploads/2017/12/2017_12_06_efg_press_release_minland_project.pdf (16.5.2018)

Vloga Geološkega zavoda Slovenije v EIT RawMaterials in RC Adria

The role of Geological Survey of Slovenia in EIT RawMaterials and RC Adria

Duška Rokavec, Urška Šolc, Matej Draksler & Tina Zajc Benda

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

duska.rokavec@geo-zs.si

Skupnost znanja in inovacij »KIC« EIT RawMaterials je leta 2014 ustanovil Evropski inštitut za inovacije in tehnologijo (EIT). Gre za največjo svetovno skupnost znanja in inovacij na področju mineralnih surovin, saj je v njej povezanih več kot sto dvajset evropskih partnerjev, ki predstavljajo vsa tri oglišča »trikotnika znanja«: industrijo, izobraževanje in raziskovanje. Z inovativnimi tehnološkimi rešitvami si skupnost prizadeva zagotoviti čim boljšo in trajnejšo samooskrbo EU z mineralnimi surovinami.

Geološki zavod Slovenije je preko skupnosti znanja in inovacij EIT RawMaterials, že močno vpet v sodelovanje z državami JV Evrope. Je eden izmed le dveh slovenskih partnerjev te skupnosti ter edini slovenski »core partner«. Z vključenostjo v EIT RawMaterials, Geološki zavod Slovenije predstavlja povezovalni člen na področju mineralnih surovin med EU in JV Evropo ter vstopno točko na trg mineralnih surovin JV Evrope.

Mineralne surovine JV Evrope so pomemben dejavnik pri samooskrbi Evrope.

Evropska Unija se vse bolj zaveda strateškega pomena vključevanja držav Jugovzhodne Evrope (JV) v svoje aktivnosti na številnih področjih. Na področju mineralnih surovin skuša Evropa zmanjšati svojo uvozno odvisnost od virov z drugih celin, za katere so pogosto značilne politična nestabilnost in kršitve človekovih pravic. Zato se vse bolj zaveda, da je samooskrba na tem področju strateško pomembna. Evropska komisija je kot eno od najpomembnejših regij za zmanjšanje evropske odvisnosti od tujih virov prepoznala bogastvo mineralnih surovin JV Evrope. JV Evropa je bogata tako s primarnimi mineralnimi surovinami, ki se nahajajo v zemeljski skorji, kot tudi s sekundarnimi mineralnimi surovinami, ki so nastale kot ostanki pri rudarjenju in metalurški predelavi.

Vloga RC Adrie pri zbliževanju z JV Evropo

Ustanovitelji Regionalnega centra Adrie so Geološki zavod Slovenije, Zavod za gradbeništvo Slovenije in Rudarsko geološka naftna fakulteta Univerze v Zagrebu. Gre za vozlišče, kjer deležniki s področja surovin iz Slovenije, Hrvaške in drugih držav JV Evrope na enem mestu dobijo informacije o obstoječih ter potencialno novih projektih, ki jih financira EIT v okviru skupnosti znanja in inovacij EIT RawMaterials. RC Adria spodbuja mreženje, zbira projektne ideje ter nudi pomoč novim partnerjem tako pri sodelovanju s skupnostjo EIT RawMaterials

Geološki zavod Slovenije v EIT RawMaterials projektih

Geološki zavod Slovenije se zaveda pomembnosti vzpostavitve ustrezne informacijske infrastrukture, ki bi o surovinskem potencialu JV Evrope obveščala deležnike v regiji in EU. Zato smo koordinator s projektov MineService in RESEERVE, ki zapolnjujeta informacijsko vrzel na področju mineralnih surovin. Pri obeh projektih, poleg partnerjev skupnosti EIT RawMaterials, tesno sodelujemo tudi z lokalnimi partnerji.

Projekt MineService je namenjen prenosu dobre prakse slovenske javne rudarske službe v Makedonijo in vzpostavitvi javnega informacijskega sistema za pomoč vladnim službam pri upravljanju z mineralnimi surovinami ter investitorjem pri vstopu na ta trg.

Namen projekta RESEERVE je izdelava registra primarnih in sekundarnih mineralnih surovin JV Evrope s kartiranjem primarnih in sekundarnih mineralnih virov Hrvaške, BiH, Srbije, Črne gore, Makedonije in Albanije. Večina jih še ni vključena v obstoječo vseevropsko mrežo o mineralnih surovinah (pan European Minerals Intelligence Network).

Rekonstrukcija norijskega do srednjejurskega robnega dela in pobočja Dinarske karbonatne platforme iz klastov v srednjejurski apnenčevi megabreči Slovenskega bazena

Reconstruction of the Norian to the Middle Jurassic Dinaric carbonate platform margin and slope from clasts in the Middle Jurassic limestone megabreccia of the Slovenian basin

Boštjan Rožič¹, David Gerčar², Primož Oprčkal³,
Astrid Švara⁴, Dragica Turnšek⁵, Jan Udovč²,
Lara Kunst⁶, Tomislav Popit¹ & Luka Gale^{1,2}

¹ Oddelek za geologijo, NTF, UL, Aškerčeva 12, 1000 Ljubljana, Slovenija;

bostjan.rozic@ntf.uni-lj.si

² Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija

³ Zavod za Gradbeništvo, Dimičeva ulica 12, 1000 Ljubljana, Slovenija

⁴ C-Astral d.o.o, Gregorčičeva 20, 5270 Ajdovščina, Slovenija

⁵ Paleontološki inštitut Ivana Rakovca, ZRC-SAZU, Novi trg 2, 1000 Ljubljana, Slovenija

⁶ ZOO Ljubljana, Večna pot 70, 1000 Ljubljana, Slovenija

Prehodno območje med Dinarsko karbonatno platformo in Slovenskim bazenom danes ni ohranjeno oziroma ne izdanja, saj je deloma erodirano, predvsem pa prekrito z narivi, katere sestavljajo kamnine notranjih delov Slovenskega bazena. Tako najbolj severne zgornjetriasne izdanke Dinarske karbonatne platforme tvorita norijsko-retijska Glavni dolomit in Dachsteinski apnenec. Obe formaciji kažeta loferski razvoj, za katerega je značilna sedimentacija v med/nadplimskem in lagunskem okolju.

Podobna faciesna združba je značilna tudi za spodnjejurske razvoje. Posledično arhitektura robnih delov platforme in prehoda v Slovenski bazen ostaja neznana. Slednje je možno vsaj deloma rekonstruirati na podlagi mikrofacijske in biostratigrafske analize klastov iz srednjejurske (?bajocijsko-bathonijske) apnenčeve megabreče, katero sledimo vzdolž celotnega južnega roba Slovenskega bazena. Nastala je z nizom apnenčastih drobirskih tokov, kateri so se sprožili z rušitvijo robnih delov platforme, spremljajo pa jo tudi bolj drobnostne kalciturbiditne plasti. Klasti v breči so zgornjetriasne do srednjejurske starosti.

Zgornjetriasni klasti razkrivajo, da so rob platforme označevali predvsem robni grebeni, katerih osnovni grebenotvorci so bile korale in kalcispongije (inozojske kalcispongije in stromatoporoidi, pogosto tudi hetetide), pomembni skorjetvorci pa so bili calcimikrobi in foraminifere. Med zgornjetriasnimi klasti se pojavljajo tudi kalkareniti (intra-/bioklastični in kortoidni pack-/grainstone klasti), kateri so nastajali deloma na peščenih plitvinah, deloma pa tudi znotraj grebenskega območja. Pojavljajo se tudi klasti predgrebenske breče (bioklastični rud-/floatstone).

Na zunanjem delu platforme so se koncem triasa odla-

gali intra-/bioklastični apneneci, v katerih so številčni ehinodermi in tudi foraminifere.

Spodnjejurski klasti razkrivajo drugačno podobo prehodnega območja med platformo in bazenom. Na zunanjem robu platforme so bile peščene sipine (klasti tipa ooidno intra-/bioklastični grainstone), medtem ko so se grebenotvornimi organizmi, kot so na primer korale, pojavljali le sporadično, verjetno v obliki manjših krpastih grebenov. Klasti kamnin spodnjejurske zunanje platforme in pobočja so predvsem tipa bioklastični wack-/packstone z ehinodermi (krinoidi), spongijskimi spikulami, foraminiferami, filamentami in amoniti.

V začetku srednje jure je arhitektura robnega dela platforme verjetno prešla v obliko klančine (rampe). Na prehodu v globlje predele imamo še vedno ooidne plitvine, saj vezivo megabreče sestavljajo predvsem ooidi, pogosto skupaj z onkoidi. Poleg tega tovrstne srednjejurske kamnine (ooidni grainstone) tudi že izdanjajo na severnem robu Dinarske karbonatne platforme. Proti bazenu je verjetno sledil dokaj širok pas poglobljenega šelfa oziroma zunanje klančine, kjer so se sedimentirali apneneci tipa pack-/wackestone (v breči nastopajo kot dokaj pogosti klasti), ki poleg ooidov vsebujejo tudi filamente in planktonske foraminifere. Na skrajnem zunanjem delu (in pobočju) pa se usedajo bioklastični apneneci, kateri so zelo podobni starejšim primerljivim klastom, vendar pa dodatno vsebujejo raznolike apnenčeve litoklaste. Pojavljanje slednjih kaže na to, da je sprememba arhitekture robnega dela platforme vsaj deloma povzročila povečana tektonska dejavnost.

Vulnerability mapping criteria identification for karstic part of Kupa river catchment area within CAMARO-D project

Prepoznavanje kriterijev za kartiranje ranljivosti kraškega dela napajalnega zaledja Kolpe v projektu CAMARO-D

Ana Selak, Ivana Boljat, Josip Terzić, Ivona Baniček,
Matko Patekar & Jasmina Lukač Reberski

Croatian Geological Survey, Department of Hydrogeology and Engineering Geology, Zagreb, Croatia, Milana Sachsa 2, 10000 Zagreb, Croatia;

jlukac@hgi-cgs.hr

Water, as one of the most valuable and vulnerable part of the ecosystem, is of a special national interest in the Republic of Croatia. Nearly 90% of the total water quantity used to supply cities and settlements is derived from the groundwater resources. Therefore sustainable development which equally considers goals of water resources protection, spatial and economic growth while adapting them to climate change is of strategic significance and one of the Croatia's paramount development priorities.

As a transboundary river in Danube River Basin, Kupa

and its catchment is not only subject of national but also transnational efforts of finding synergy and balance between rational land use, water conservation and flood risk prevention. Such transnational endeavours are encompassed with the CAMARO-D project (Interreg Danube), which develops a transnational catchment-based "Land Use Development Plan" (LUDP) for an adequate coordination and harmonization of different function-oriented sustainable land-use management activities.

With the aim of overcoming main integrative management issues of Kupa river catchment, decision makers are faced with adverse land use and flood impacts within area of still insufficiently explored hydrogeological complex, so-called "the shallow karst". In order to preserve intrinsic values of the water resources within the catchment area, the proclamation of certain protection categories is envisaged through legislation and protection instruments on various levels, such as nature and environment protection acts and physical planning documents, while protective and regulative water infrastructure (e.g. flood defence, melioration and water supply infrastructure etc.) are proclaimed as of importance for the state and county.

Nonetheless, key stakeholder i.e. population being not inclined to changes, still hasn't adjusted its land-use practices to hydrotechnical objects built in the recent past, which have strongly modified hydrological system and water regime (e.g. redistribution of flood prone areas). On that account, within CAMARO-D our focus will be on initiating site specific innovative solutions in the form of best management practices based on hydrogeological field investigations and vulnerability mapping of Kupa river catchment area. An insight into the hydrogeology of the area will be obtained with *in situ* measurements of physio-chemical parameters on main spring, surface and rain water, in monthly intervals and hydrochemical laboratory analyses. In this paper a comprehensive vulnerability assessment will be carried out with the help of GIS tools by compiling and overlapping layers of natural vulnerability and potential hazards of anthropogenic origin.

Overall results will be introduced to stakeholders in the form of a catalogue of measures through various communication activities targeted at raising awareness and encouraging stakeholder involvement on a local, regional and national level.

Analiza iztoka termalne vode iz geotermalnega karbonatnega vodonosnika v plitvi medzrnski vodonosnik na Bledu

Analysis of thermal water outflow from geothermal carbonate aquifer into shallow intergranular aquifer in Bled

Luka Serianz¹, Nina Rman¹ & Mihael Brenčič^{1,2}

¹ Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

luka.serianz@geo-zs.si,

nina.rman@geo-zs.si

² Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, Aškerčeva cesta 12, 1000 Ljubljana, Slovenija;

mihael.brencic@geo.ntf.uni-lj.si

V razpokanih karbonatnih vodonosnikih vzhodnega dela Julijskih Alp se pojavljajo sistemi toplih izvirov, ki predstavljajo iztok iz nizkotemperaturnih geotermalnih sistemov. Najbolj izrazit primer je Bled z okolico, kjer se preko dveh vodnjakov in izvira izkorišča termalna voda s temperaturo med 20 in 23 °C. Izток termalne vode predstavlja mešanico iztokov iz lokalnega in regionalnega vodonosnega sistema. Slednji je nastal zaradi visoke zakrasedlosti kamnin, številnih prevodnih območij ob prelomih ter velike relativne višinske razlike terena. Termalna voda izteka iz kraško razpoklinskega karbonatnega vodonosnika vzdolž prelomnega območja globljega od 1.000 m. V plitvi heterogeni vodonosnik v ledeniških sedimentih izteka termalna voda prikrito in neodvisno od sezonskega nihanja temperature ozračja ali padavin. To pomeni, da je napajalno območje termalne vode obsežno, voda pa ima dolg zadrževalni čas in izteka zaradi proste in vsiljene konvekcije.

Namen prispevka je predstaviti rezultate hidrogeoloških raziskav na širšem območju Bleda. Prvo fazo raziskav smo osnovali z namenom konceptualizacije hidrogeoloških in geotermalnih razmer. Opravili smo hidrogeološko kartiranje in osnovne fizikalno-kemijske meritve izvirov, večstopenjska črpalna preizkusa na vodnjakih VB-2/04 in T-9/68 ter 30-dnevni črpalni preizkus na vodnjaku VB-2/04. Preizkuse smo obdelali po uveljavljenih metodah. Za oceno značilnosti napajanja in procesov mešanja v hidrogeološkem krogu, smo odvzeli tudi vzorce za analize stabilnih izotopov kisika in vodika v vodi (2017/2018). Prve vodno-bilančne ocene kažejo, da je delež neposredno infiltrirane padavinske vode razmeroma majhen. Izotopska sestava kisika ($\delta^{18}\text{O}$) in devterija ($\delta^2\text{H}$) je stabilna in potrjuje, da se voda napaja iz višin nad 1.000 m n.m. Termalna voda je izotopsko lažja od hladne podzemne vode in Blejskega jezera za okoli 0,7 ‰ $\delta^{18}\text{O}$ in okoli 5 ‰ $\delta^2\text{H}$. Mešanje s hladno podzemno vodo potrjuje tudi aktivnost tricija med 1 in 3 TU. Povečanega dotoka hladne vode med 30-dnevnim črpalnim preizkusom ni bilo znati. Črpalni preizkusi kažejo prepustnost pretirtega dolomita znotraj prelomne cone reda velikosti 1×10^{-5} m/s. Izток termalne vode znaša 25 l/s.

Nadaljnje raziskave bodo zajele: analizo napajalnih značilnosti v širšem zaledju, analizo lastnosti regionalnega vodonosnika in določitev lokalnega geotermalnega gradienta ($\approx 1^\circ \text{C}/100 \text{ m}$), značilnosti prelomne cone ter obseg termalne cirkulacije, ki izhaja iz konvekcijskega toka.

Raziskava je sofinancirana iz sredstev ARRS za raziskovalni program št. P1-0020 in po pogodbi št. ARRS-SP-0215/176 ter iz sredstev IGCP za projekt št. 636.

Potencial likvifikacije peskov na Krško-Brežiškem polju

Liquefaction potential of sands at Krško-Brežice field

Jasna Smolar, Matej Maček & Ana Petkovšek

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo,
Katedra za geotehniko, Jamova 2, 1000 Ljubljana, Slovenija;
jasna.smolar@fgg.uni-lj.si

Krško-Brežiško polje spada med seizmično najbolj aktivna območja v Sloveniji. Brežiški potres, 27. januarja 1917, z intenziteto VIII (EMS) je najmočnejši dokumentiran potres na tem območju. Povzročil je škodo na objektih in zahteval dve smrtni žrtvi (Cecić & Godec, 2017). V zadnjih 100 letih je bilo na tem območju zabeleženih 9 potresov z intenziteto višji od VI (EMS).

Projektni pospešek na površini rahlih peščen meljastih tal, je za potres s povratno dobo 475 let, 0,35 g in je za 0,125 g višji od projektnega pospeška za trdna tla tipa A (IZISS, 2008).

V temeljnih tleh nasipov za izgradnjo akumulacijskega bazena HE Brežice se je nahajala do 5 m debela plast rahlih peščen meljastih zemljin, ki jih glede na zrnastostno sestavo in gostotno stanje uvrščamo med zemljine s srednjim do visokim potencialom likvifikacije (O Reilly & Brown, 1991). V podobnih tleh so bili pojavi likvifikacije dokumentirani med potresom leta 1880 v Zagrebu (Veinović et al., 2007) in leta 1909 v Pokupskem (Herak & Herak, 2010).

Za opredelitev faktorja varnosti temeljnih tal za likvifikacijo na območju HE Brežice, so bile opravljene terenske raziskave (SPT, CPT, DMT, SDMT, geoseizmične analize) in laboratorijske raziskave v cikličnem strižnem aparatu, v katerem merimo število obremenilnih ciklov do porušitve pri izbranem količniku ciklične strižne napetosti (CSR).

Korelacije za izračun količnika ciklične strižne napetosti (CSR) in količnika ciklične strižne odpornosti zemljine (CRR) so zaradi primerljivosti parametrov za različne lokacije, podane za referenčno magnitudo 7,5 in efektivni vertikalni tlak 100 kPa (Boulanger & Idriss, 2014). Na lokaciji HE Brežice je $CRR_{M=7,5, \nu=100 \text{ kPa}}$, izveden iz terenskih preiskav generalno nižji od 0,2 (Marchetti & Marchetti, 2016). Količnik ciklične strižne napetosti ($CSR_{M=7,5, \nu=100 \text{ kPa}}$) z upoštevanjem projektnega pospeška tal 0,35 g je višji od 0,3 (Seed & Idriss, 1971). Faktor varnosti za likvifikacijo, izražen kot $CRR_{M=7,5, \nu=100 \text{ kPa}} / CSR_{M=7,5, \nu=100 \text{ kPa}}$

je nižji od 1, kar pomeni, da temeljna tla pod nasipi niso varna za likvifikacijo za potres s povratno dobo 475 let. Laboratorijske raziskave so pokazale, da bi morali temeljna tla homogeno zgostiti nad 95% zgoščenost glede na referenčno vrednost po Proctorju (Petkovšek et al., 2016).

Izvedena so bila poskusna polja za določitev učinkovitosti mehanskega zgoščanja za izboljšanje varnosti na likvifikacijo. Rezultati raziskav so pokazali, da je učinek mehanskih zgoščevalnih sredstev premajhen, zato je bila sprejeta odločitev, da se sloj peskov odstrani iz temeljnih tal in zamenja z gramoznim materialom.

Literatura

- Boulanger, R.W. & Idriss, I.M. 2014: CPT and SPT based liquefaction triggering procedures. Rep. No. UCD/CGM-14, 1.
- Cecić, I. & Godec, M. 2017: Potres 29.1.1917 in njegove posledice. Strokovni posvet, Brežice, 2017.
- Herak, D. & Herak, M. 2010: The Kupa Valley Earthquake of 8 October 1909-100 Years Later. Seismol. Res. Lett. 81. doi:10.1785/gssrl.81.1.30.
- Marchetti, D. & Marchetti, S. 2016: Flat Dilatometer (DMT). Some Recent Advances. Procedia Eng. 158: 428–433, doi:10.1016/j.proeng.2016.08.467.
- O Reilly, M.P. & Brown, S.F. 1991: Cyclic loading of Soils. Blackie, London – New York.
- Petkovšek, A., Smolar, J. & Maček, M. 2016: Mechanically treated soils-test method validity and reliability. Acta Polytechnica, CTU Proc., 10. doi:10.14311/APP.2017.10.0016.
- Seed, H.B. & Idriss, I.M. 1971: Simplified procedure for evaluating soil liquefaction potential. J Geotech Eng, ASCE, 97, 9 (1971): 1249-1273.
- Veinović, Ž., Domitrović, D. & Lovrić, T. 2007: Pojava likvefakcije na području Zagreba, u prošlosti, i procjena mogućnosti ponovne pojave tijekom jačeg potresa. Rudarsko geološko naftni zbornik, 19: 111-120.

Geochemical atlas of the Republic of Macedonia

Geokemijski atlas Republike Makedonije

Trajče Stafilov¹ & Robert Šajn²

¹ Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Ss Cyril and Methodius University, Arhimedova 5, 1000 Skopje, R. Macedonia;

trajcest@pmf.ukim.mk

² Geological Survey of Slovenia, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenia;

robert.sajn@geo-zs.si

Beside the research activities on heavy metal pollution in specific areas in the Republic of Macedonia, information about soil quality on a national level is limited. Therefore, we performed a geochemical investigation of soil across the whole country, and we are pleased to see that this information deficit is being addressed with this project which aims to prepare the first Geochemical Atlas of the Republic of Macedonia. In this atlas, the basic geochemi-

cal properties of soils in the Republic of Macedonia are described, as revealed by a detailed large-scale survey across the country and analyses of the findings. It will provide the Republic of Macedonia with a sound, well-structured baseline of soil geochemical properties relevant to sustainable land use and soil management and to environmental, agronomic and health-related pressures.

The preparation of this atlas is the result of a work of the group of Prof. Trajče Stafilov and his PhD and MSc students, as well as individual experts from R. Macedonia and other countries (Slovenia, Romania and Russia). The project includes soil sampling and analysis from 1,024 locations with a grid of 5 × 5 km distance between the sampling locations. Each sample represents a mixture of five subsamples to the depth of 0–30 cm. Areas which are known as polluted areas (containing mines, metallurgical factories or larger towns) are investigated taking additional samples on a much denser sampling grid. All samples are analysed for contents of about 60 elements. For this purpose, several analytical techniques are applied: inductively coupled plasma – atomic emission spectrometry (ICP-AES), atomic absorption spectrometry (AAS), inductively coupled plasma – mass spectrometry (ICP-MS) and neutron activation analysis (NAA). All data are statistically processed and appropriate maps of distribution are prepared for each chemical element.

Based on a comparison of statistical parameters, spatial distribution of particular elements and results of cluster and factor analysis, four main geochemical associations were identified: 1. - the association connected with the Neogene and Quaternary volcanism (Ba, Be, Ce, Hf, K, La, Rb, Th, Tl, U and Zr); 2. - association of siderophile elements (Co, Cu, Fe, Mn, Sc, Ti and V); 3. - association connected with ophiolites and Mesozoic ultrabasic magmatic rocks of Vardar zone (Cr and Ni) and 4. - chalcophile (sulphide) elements (As, Bi, Cd, Pb, Sb, Sn and Zn).

eGeologija – prost dostop do geoloških podatkov

eGeology - free access to geological data

**Jasna Šinigoj¹, Matija Krivic¹, Matevž Novak¹,
Jernej Bavdek¹, Marko Zakrajšek², Tadeja Miklavčič¹
& Nina Prkić Požar¹**

¹ Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

jasna.sinigoj@geo-zs.si

² e-Tutor s.p., Medetova ulica 1, 4000 Kranj, Slovenija

Geološki podatki in poznavanje geološke zgradbe so temelji izvajanja dejavnosti nacionalnega pomena, kot so oskrba s pitno vodo, urbanistično načrtovanje in gradbeništvo, gospodarjenje z mineralnimi surovinami, varovanje pred naravnimi nesrečami oziroma poplavami in plazovi, varovanja okolja in posledično zdravja, navsezadnje pa

so ti podatki zanimivi tudi za najširše uporabnike. Kvalitetni geološki podatki, ki so v skladu s sprejetimi standardi za prostorske podatke, namreč zagotavljajo zanesljivo informacijo končnemu uporabniku, ne glede na to ali gre za načrtovalce rabe prostora, gospodarstvenike, gradbenike, naravovarstvenike ali znanstvenike, ki pri svojem delu potrebujejo in uporabljajo prostorske podatke.

Geološki zavod Slovenije (GeoZS), ki zbira, vodi, interpretira ter hrani podatke o geološki zgradbi Slovenije, in je tudi skrbnik velikih količin teh podatkov, se je odločil, da velik del informacij ponudi širši javnosti prek spletnega portala eGeologija (egeologija.si). Tako imajo uporabniki odslej v obliki sodobnih e-storitev omogočen dostop do interpretiranih geoloških podatkov prek enotne vstopne točke na svetovnem medmrežju.

Portal eGeologija je usklajen s pogoji direktivne INSPIRE, ki natančno določajo kakovost prostorskih podatkov o okolju, skupaj z njihovimi metapodatkovnimi opisi. Na portalu eGeologija se trenutno nahaja 140 podatkovnih virov, storitev in kart.

Vzpostavitev infrastrukture geoloških prostorskih podatkov, portala eGeologija in implementacije direktive INSPIRE, GeoZS vodi in usklajuje v okviru infrastrukturnega programa Javne agencije za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije.

Z vzpostavitvijo portala eGeologija GeoZS sledi načelom dostopnosti prostorskih informacij in storitev na enem mestu, to pomeni združevanje prostorskih podatkov iz različnih raziskav in projektov ter možnost souporabe teh podatkov s strani več uporabnikov in aplikacij, kar zagotavlja večjo učinkovitost, medsebojno usklajenost, kvaliteten in lažji dostop do evidentiranih geoloških podatkov in interpretacij s sredstvi informacijske komunikacijske tehnologije.

Source appointment of particulate matter emissions according to road dust elemental composition in Slovenia

Prepoznavanje virov trdnih delcev v zraku s pomočjo analize elementne sestave cestnega prahu v Sloveniji

Klemen Teran¹, Mattia Fanetti² & Gorazd Žibret¹

¹ Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

klemen.teran@geo-zs.si

² Materials Research Laboratory, University of Nova Gorica, Vipavska 11c, 5270 Ajdovščina, Slovenia

mattia.fanetti@ung.si

Airborne particulate matter obtained a growing scientific and public concern in last few decades, especially due to higher air pollution awareness and its negative impact on human health. Particulate matter is not present only in atmosphere as a suspension, but represents also one of the

major components of road dust. A residence time shorter than one year is estimated for particles present in road dust (Allott et al., 1990), which makes it appropriate for detection of recent emissions of particulate matter. It has already been demonstrated that elemental signature of particles suspended in atmosphere can be recognized in road dust (Žibret, 2012). First study of road dust collected in urban environment within territory of Slovenia was performed by Šajn (1999). Presented research upgrade previous studies with comprehensive, nation-wide sampling network, covering urban as well as countryside areas. It will set up the background values for the area, detect geochemical anomalies and identify differences between road dust chemical composition in rural and urban areas.

Sampling of road dust was carried out in Slovenia during summer season in 2016. A total of 270 sampling locations were spread across rural, urban and industrialized areas. Road dust sample was collected from asphalt pores, using a hard plastic brush. All samples were sieved to fraction passing 63 µm mesh screen. Elemental composition of samples was determined in commercial laboratory using ICP-MS following the Aqua Regia digestion method. Samples with an anomalous elemental composition were further inspected using SEM/EDS, to determine metal-bearing particles.

Statistical and spatial analysis of road dust elemental composition revealed several anomalies. Steel production has the most distinctive recognised impacts on road dust elemental composition, which generated strong anomalies of Cr, Mo and Ni around active steel mills. Cr, Mo and Ni levels in road dust were up to 40-times higher in comparison to urban median levels and decrease rapidly with distance from the plant. SEM/EDS inspection detected spherical and smooth-edged particles as main carrier of aforementioned elements, which could point out on recent emissions of such particles from high-temperature technological processes. Strong anomalies were found around historical mining and smelting areas such as Mežica (Pb and Zn), Celje (Zn and Cd) and Idrija (Hg). Polluted soil resuspension could be the cause of such anomalies even decades after cessation of production. Another Hg anomaly was found in the Soča valley, most probably a consequence of cement production in the area. Urbanization and related traffic also influence the road dust composition. Most notable differences between urban and countryside environment were observed for Cu, Sb, Sn and Pt levels.

Raziskovalna vrtina InnoLOG-1/18

Exploration borehole InnoLOG-1/18

Klemen Teran, Andrej Lapanje, Dejan Šram & Tomislav Matoz

¹ Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;
klemen.teran@geo-zs.si

Geološki zavod Slovenije je od leta 2017 vključen v konzorcij osmih partnerjev z območja Evropske unije, ki sodelujejo v projektu InnoLOG: Inovativna geofizikalna orodja za raziskovanje mineralnih surovin (<http://innolog.eitrawmaterials.eu/>), ki deluje znotraj mehanizma EIT-Raw Materials.

Osnovni cilj projekta je uvajanje novih geofizikalnih pristopov in orodij za preiskave mineralne in kemijske sestave kamnin v raziskovalnih vrtinah. Inovativna geofizikalna orodja, ki temeljijo na novih senzorjih (Ramanska spektroskopija) in inovativnih procesnih zmogljivostih (hiperspektralno in multispektralno snemanje vrtine), ponujajo nove možnosti za prepoznavanje mineralov, njihovo količinsko opredelitev ali semi-kvantitativno zaznavanje kemijske sestave sten vrtine. Omenjene metode bi bile uporabne predvsem pri raziskovanju mineralnih surovin, kjer bi služile kot dopolnilo ostalim, klasičnim, raziskavam. Z razvojem in izpopolnitvijo metod ter senzorjev pa bi v prihodnosti lahko celo nadomestile diamantno vrtanje na jedro.

Oprema, razvita v sklopu projekta, bo v Sloveniji prvič testirana v realnih operativnih razmerah. Pogoji za začetna testiranja opreme so: vertikalna vrtina z zadostnim premerom, relativno lahka dostopnost ter presek skozi različne intenzitete rudnega telesa, ki bodo služil za umerjanje sond. Kljub relativno veliki količini preteklega raziskovalnega vrtanja na rudiščih v Sloveniji, nobena od obstoječih vrtin ni primerna za testiranje, saj so bodisi nedostopne bodisi imajo premajhen premer ali pa ne presejajo pomembnejših mineralizacij.

Zaradi tega smo se odločili, da na Pb-Zn rudišču »Puharje« pri Šoštanju izvrtamo novo, 49 m globoko raziskovalno vrtino z imenom InnoLOG-1/18, ki izpolnjuje vse zgoraj naštet pogoje. Zn-Pb rudišče »Puharje« je eno od najbolj obsežno raziskanih rudišč izven območja rudnikov v Sloveniji, ki so obratovali po 2. svetovni vojni (Iskra et al., 1974). Poleg opuščenih rogov in manjših dnevnih kopov – najstarejši med njimi segajo v 18. stoletje (Iskra, 1969), je bilo območje v obdobju med 1962 in 1974 preiskano s 33-timi vrtinami s površine, novim raziskovalnim rovom in 62-imi kratkimi jamskimi vrtinami (Iskra et al., 1974). Vsi obstoječi geokemijski podatki so služili za izdelavo 3-D modela rudnega telesa.

Vrtina je bila umeščena v osrednji del rudišča, natančneje, med že obstoječi raziskovalni vrtini V-28/69 in V 29/70, ki sta do globine 50 m presekali najbogatejšo mineralizacijo. Začetnih 15,5 m je zacevljeno s stalnimi obložnimi kolonami, ker je vrtina potekala skozi stari odval. Od

15,5-ega metra dalje je bila vrtina jedrovana z uporabo diamantne krone s premerom 131 mm. Vrtina bo po koncu projekta na voljo za vsa testiranja in preiskave, ki bi bile zanimive za geoznanost.

Raziskovalna vrtina InnoLOG-1/18 je na začetku jedrovanja navrtala temnosiv do črn tankoplastnat apnenec, ki ni oruden, nato pa je do zaključka sekala zgornjepermski temnosiv brečast ter tektonsko pretrt dolomit s posameznimi močno orudenimi intervali. Ruda se pojavlja v obliki intenzivnih impregnacij ter žilic in manjših leč, ki jih večinoma sestavlja sfalerit, podrejeno pa vsebujejo tudi galenit in pirit.

Literatura

Iskra, M. 1969: Geološka starost rudonosnih plasti v Puharju. *Geologija*, 12: 161-164.

Iskra, M., Drovenik, F. & Štrucl, I. 1974: Geološke raziskave svinca, cinka in antimona. *Geologija*, 17: 517-519.

Vsebnosti arzena in nekaterih prvin v potočnih sedimentih in vodah porečja Medije, osrednja Slovenija

Contents of arsenic and some elements in stream sediments and waters of the Medija drainage basin, central Slovenia

Tamara Teršič, Miloš Miler, Martin Gaberšek & Mateja Gosar

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

tamara.tersic@geo-zs.si,
milos.miler@geo-zs.si,
martin.gabersek@geo-zs.si,
mateja.gosar@geo-zs.si

V Znojilah, severno od vasi Kotredež, je v prvi polovici 20. stoletja deloval manjši rudnik antimonita. Rudonosno območje leži severno od Zagorja v karbonskih klastičnih kamninah. Antimonit se pojavlja pri Znojilah, zahodno od Znojil sta nahajališči Brezje in Prhovec, najzahodnejše pa je bila ruda najdena pri Podzidu pod Trojanami (Grafenauer, 1964; Herlec & Žorž, 2006).

Po poplavah v letih 1994 in 2010, ko je vsakič odplavilo del materiala iz odlagališča rudarskih odpadkov, se je zvrstilo več raziskav obremenjenosti tal in rastlinskega materiala na območju občine Zagorje ob Savi. Ugotovili so, da je območje doline Kotredešnice med naselji Rove in Znojile obremenjeno z As. V letu 2017 smo v dolini Kotredešnice in Medije na 13 lokacijah vzorčili rečne sedimente in vode, da bi ugotovili vire morebitnih povišanih vsebnosti As in Sb ter drugih 10 potencialno škodljivih elementov (Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Zn). Sedem vzorcev je bilo odvzetih iz Kotredešnice, 2 vzorca iz Orehovice, 4 vzorci pa iz Medije.

Analiza je pokazala, da vsebnosti obravnavanih prvin, z

izjemo As in Sb, niso povišane. Ugotovljena mediana za As v vzorcih sedimenta znaša 29,5 mg/kg. Vsebnost As v sedimentih je najvišja v zgornjem toku Kotredešnice in upada po toku navzdol. V 10 vzorcih je bila ugotovljena presežena mejna vrednost za As, ki znaša za tla 20 mg/kg, v 3 vzorcih pa je presežena kritična vrednost za tla, ki znaša 55 mg/kg (Uradni list RS, 2004). Ugotovljena mediana za Sb v sedimentih znaša 6,4 mg/kg. Najvišje vsebnosti Sb so v sedimentih zgornjega toka Kotredešnice ter Orehovice. Mejna vrednost za Sb, ki znaša 3 mg/kg (Vrom, 2000), je presežena v vseh obravnavanih vzorcih sedimenta, kritična vrednost za Sb, ki znaša 15 mg/kg (Vrom, 2000), pa je presežena v dveh vzorcih.

Rezultati kažejo, da je večina sedimenta v strugi Kotredešnice med Znojilami in Zagorjem ob Savi še vedno obremenjena z As in Sb. V vodi znaša mediana za As 0,85 µg/l, za Sb pa 2,39 µg/l. Najvišje koncentracije so bile izmerjene v Kotredešnici. S SEM/EDS analizo sedimentov smo ugotovili, da se As večinoma pojavlja v obliki železovih oksihidroksi sulfatov z manjšimi vsebnostmi As in v manjši meri kot mineral arzenopirit. Sb je vezan v nekoliko porozna mineralna zrna antimonita.

Sklepamo, da so ugotovljene povišane vsebnosti As in Sb v sedimentih in vodah posledica spiranja in raztapljanja materiala iz odlagališč rudarskih odpadkov in tudi povišane naravnega ozadja za As in Sb na tem območju, ki je posledica naravnih rudnih pojavov antimonita.

Literatura

Grafenauer, S. 1964: Najdišča antimonita v Sloveniji. *Rudarsko-metalurški zbornik*, 3: 257-269.

Herlec, U. & Žorž, M. 2006: Antimonit med Trojanami in Znojilami. *Scopolia*, Supl., 3: 68-72.

Uradni list RS 2004: Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh. Uradni list RS, št. 68/96 in 41/04 – ZVO-1.

Vrom, 2000: Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milie = The Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment. Dutch Target and Intervention Values, (the New Dutch List).

Zakrasevanje marmorja iz Gorno-Altajske regije (Ruska federacija)

Karstification of marble from the Gorny-Altai region (Russian Federation)

Mirka Trajanova¹, Martin Knez² & Tadej Slabe²

¹ Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

mirka.trajanova@geo-zs.si

² Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti, Inštitut za raziskovanje krasi, Titov trg 2, 6230 Postojna, Slovenija;

knez@zrc-sazu.si,

slabe@zrc-sazu.si

Pri proučevanju kraških pojavov so sodelavci Inštituta za raziskovanje krasi ZRC SAZU izvajali raziskave na jugu Altajske republike na območju Gorno-Altajska v južni Sibiriji. Pripada Centralno azijskemu orogenemu pasu cirkum-pacifiškega tipa. Kot odziv na pozno neoproterozojske do staropaleozojske subdukcijsko-akrecijske in kolizijske procese med Azijsko in Indijsko ploščo, so se oblikovali akrecijski kompleks, metamorfne kamnine visokega PT ter vmesni pasovi ofiolitov. Značilne tektonske strukture so narivi in zmični prelomi (Ota et al., 2007).

Raziskave zajemajo območja marmoriziranih karbonatnih kamnin akrecijskega kompleksa doline Ak Kaja kasno-proterozojske do staro-kambrijske starosti in srednje do zgornje ordovicijskih kamnin pred-grebenskega bazena otočnega loka dolin Čuja in Ak Bom (Ota et al., 2007). Slikovito pokrajino je v marmorjih oblikovala intenzivna tektonska aktivnost. Relief so dodatno preoblikovali površinski procesi, ki vključujejo mehansko erozijo in korozijo. Vzroke za vzorec razpadanja kamnin smo iskali v makro in mikro teksturno strukturnih lastnostih marmorjev in njihovi mineralni sestavi. Makroskopsko so vidne dekameterske gube ter večinoma usmerjena in skrilava tekstura. Pogosti stilolitni šivi kažejo na raztapljanje pod usmerjenim pritiskom. Predvsem v pri-površinskem delu so marmorji pretrti in razpokani ter močno razpadli.

Preiskovani marmor izvira v glavnem iz dokaj čistih, masivnih, delno brečiranih apnencev, ki so lokalno mešani z roženci, ter redkeje iz apnencev s plastmi in lamina-mi kremenovo sericitnega meljevca. Mineralna združba bela sljuda, klorit, kremen, \pm tremolit-aktinolit, \pm albit pripada nizki stopnji regionalne metamorfoze v spodnjem do srednjem delu faciesa zelenih skrilavcev. Večfazne deformacije so potekale tako pred kot tudi po metamorfozi apnencev. Iz lomnih deformacij so prešle v plastične z lokalizirano milonitizacijo in kataklazo ter nato nazaj v lomne, kar nakazuje njihovo tonjenje in ponovno dviganje. Dinamometamorfoza je vidna predvsem kot strižne deformacije. Nastale so foliacija, klivaž, medzrnske mikro-razpoke in odprte razpoke ter pogosto prežemanje različnih delov kamnine. Poudarjeno heterozrnata struktura marmorja je posledica številnih debelo-zrnatih kalcitnih žil v njih in poznejše degradacijske rekristalizacije. Smer kli-

važa je prevladujoča smer krojitve kamnine.

Poseben način in hitrost preperevanja in zakrasevanja marmorjev je pri dani mineralni sestavi predvsem posledica nestabilnih struktur nastalih pri dinamičnih procesih v lomnem območju deformacij. Ob prisotnosti vlage so občutljive na velike temperaturne spremembe značilnega celinskega podnebja zaradi zmrzovanja v zimskem času in tavanja ter pregrevanja poleti. Hitro razpadanje marmorjev je zato v glavnem posledica mehanskega razpadanja in podrejeno klasičnega zakrasevanja zaradi vodne korozije.

Zahvala: Raziskavo je financirala ARRS v okviru programa P1-0025.

Literatura

Ota, T., Utsunomiya, A., Uchio, Y. et al. 2007: Geology of the Gorny Altai subduction-accretion complex, southern Siberia: Tectonic evolution of an Ediacaran-Cambrian intra-oceanic arc-trench system. *Journal of Asian Earth Sciences*, 30: 666-695, doi:10.1016/j.jseaes.2007.03.001.

Poznokvartarni sedimenti Strunjanskega zaliva: koreliranje seizmične stratigrafije in sedimentoloških podatkov

Late Quaternary sediments of the Strunjan bay: tying seismic stratigraphy with sedimentologic data

Ana Trobec¹, Andrej Šmuc¹, Sašo Poglajen², Iztok Naglič³ & Marko Vrabec¹

¹ Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, Aškerčeva cesta 12, 1000 Ljubljana, Slovenija;

ana.trobec@geo.ntf.uni-lj.si

² Harpha Sea d.o.o., Čevljarska ulica 8, 6000 Koper, Slovenija

³ NTF, Oddelek za materiale in metalurgijo, Aškerčeva 12, 1000 Ljubljana, Slovenija

Obdobje po zadnjem glacialnem višku je zaznamoval dramatičen dvig višine morske gladine. Vdiranje morja na obširno poznopleistocensko aluvialno ravnico današnjega območja Severnega Jadrana je povzročilo korenite spremembe sedimentacijskih okolij. Tako se v Tržaškem zalivu zadnjih 10.000 let odlagajo holocenski morski sedimenti, ki na območju slovenskega morja večinoma presegajo debelino petih metrov. Čeprav je seizmična stratigrafija območja razmeroma dobro znana, znatna debelina morskih sedimentov otežuje vzorčenje kontinentalnih sedimentov pod njimi. V prispevku predstavljamo prvo korelacijo geofizikalnih in sedimentoloških podatkov iz morskega dna slovenskega morja, ki bo v prihodnje omogočila hitro in robustno določanje sedimentov različnih akustičnih faciesov na podlagi visokoločljivih geofizikalnih profilov.

S kombinirano uporabo profilov podpovršinskega sonarja in jedrovanj s cevničnim jedrnikom smo uspeli določiti 6

akustičnih faciesov (AF) in pridobiti vzorce sedimenta iz petih AF. Na robovih erozijske kotanje pri Rtu Madona pri Piranu je holocensko in kontinentalno zaporedje deloma erodirano in prekrito z razmeroma tanko plastjo recentnih sedimentov, kar omogoča vzorčenje ciljnih AF s cevnim jedrnikom. Prosojen AF A smo vzorčili v zgornjem delu vseh štirih odvzetih jeder. Sestavlja ga peščen mulj s številnimi ostanki morskih školjk in polžev. AF B (prosojen s posameznimi prekinjenimi odboji, v zgornji ploskvi je vidna geometrija korita) smo vzorčili z jedrom 1, ki pod sedimentom AF A vsebuje slabo sortirano glino s številnimi rastlinskimi ostanki. AF C (prosojen, močan odboj zgornje ploskve z morfologijo kanala) smo vzorčili v jedru 2, ki v spodnjem delu vsebuje šoto, katera nižje prehaja v mulj bogat z organsko snovjo in rastlinskimi ostanki. AF D (subhorizontalni odboji visokih frekvenc in amplitud) smo vzorčili z jedrom 3, kjer se v spodnjem delu izmenjujejo normalno gradirane plasti drobnozrnatega karbonatnega oglatega do polzaobljenega peska, ki prehaja v slabo sortirano glino. Spodnji del jedra 4 vsebuje peščen mulj ki predstavlja AF E (poševni prekinjeni odboji nizkih-srednjih amplitud). Peščeni del predstavlja drobnozrnat oglat do polzaobljen karbonatni pesek. V karbonatnih peskih AF D in E se nahajajo posamezna oglata do polzaobljena kremenova zrna, na katerih smo z elektronskim vrstičnim mikroskopom prepoznali površinske mikrostrukture. Najpogostejše se na zrnih pojavljajo mikrostrukture mehanskega drobljenja. Pogoste so tudi glinaste prevleke zrn, zaobljeni robovi in zglateni grebeni. Nekatera zrna so dobro zaobljena in po površini prekrita z v-utori.

AF A predstavlja holocenski morski sediment, medtem ko sedimenti AF B-E predstavljajo razvoj poznopleistocenske aluvialne ravnice pred holocensko transgresijo. Na površinah kremenovih zrn prevladujejo mikrostrukture glacialnega in vetrnega transporta, medtem ko so mikrostrukture vodnega transporta zastopane na manjšem deležu zrn. Domnevamo, da AF E predstavlja drobnozrnat material karbonatnega zaledja Soče, ki je bil prvotno izpostavljen glacialnim procesom, nato odložen na poplavni ravnici in kasneje vetrno prenešen do raziskovanega območja. S premeščanjem tega sedimenta med poplavami so se odložile normalno gradirane plasti AF D. Avulzije in migracije bližnjega rečnega korita so privedle do odlaganja sedimenta bogatega z organsko snovjo (AF C) ter drobnozrnatega sedimenta na poplavni ravnici (AF B). Razmeroma dobro ohranjena morfologija zgornje ploskve AF B nakazuje transgresijo z nizko stopnjo erozije, kateri je na raziskovanem območju sledilo odlaganje morskega sedimenta AF A.

Meritve premikov in podzemne vode na plazu Stogovce pri Ajdovščini

Displacement and groundwater monitoring of the landslide Stogovce near Ajdovščina, SE Slovenia

Timotej Verbovšek¹, Nejc Mihevc², Marko Kočevár³ & Marko Vrabec¹

¹ Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, Aškerčeva cesta 12, 1000 Ljubljana, Slovenija;

*timotej.verbovsek@ntf.uni-lj.si,
marko.vrabec@ntf.uni-lj.si*

² Elea iC d.o.o., Dunajska cesta 21, 1000 Ljubljana, Slovenija;

nejc.mihevc@elea.si

³ Geotrias, družba za geološki inženiring d.o.o., Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

marko.kocevar@geotrias.si

Plaz Stogovce se je sprožil septembra 2010 v času intenzivnih padavin in uničil tedanjo lokalno cesto Ajdovščina–Predmeja. Splazeli material sestavljata grušč oz. drobir zgornjetriasnih dolomitov in jurskih apnencev ter preperina eocenskega fliša. Debelejši nanosi grušča se pojavljajo na strmih pobočjih Trnovskega gozda ob naravnem stiku mezozojskih karbonatov na fliš. Ob intervencijski cesti, zgrajeni leta 2011, je bilo izvrtanih 10 vrtin (globine 6 do 28 m) za izvedbo geotehničnih preiskav in so opremljene kot inklinometri. Iz podatkov vrtin je razvidno, da se globina do podlage spreminja med 6 in 28 m. Vrtine so bile izvrtane od 0,2 m do 4,3 m v podlago.

Inklinometriške meritve v letu 2011 (marec–november) so pokazale premike 1,4–4,8 cm/leto (vrtini SS-1 in SS-2), v globinah okoli 12,5 m in 26 m (na stiku s podlago). Meritve s petimi GNSS sondami GeaSense med leti 2012 in 2015 so zajemale daljše merilno obdobje in so pokazale premike med nič (sonda 5), 1 cm/mesec (sondi 2 in 3) do 3 cm/mesec (sondi 1 in 4). Kumulativni premiki v obdobju 2012–2015 za zadnji dve sondi so znašali okoli 45 cm.

Na območju plazu je prisotna večja količina padavin (povprečna letna količina padavin na območju Trnovskega gozda znaša 1700–2500 mm), ki se infiltrirajo skozi grušče. Meritve nivoja podzemne vode v letih 2011 in 2016–2018 kažejo, da je ta prisotna v večini vrtin in se skozi leto precej spreminja. Globine do nivoja vode so precej različne, minimalne vrednosti so med 1,4 m (vrtina SS-5) in 25 m (vrtina SS-2), maksimalne med 3 m (vrtina SS-5) in 26 m (vrtina SS-2). Povprečna amplituda nihanja je 1,5 m, višina vodnega stolpca nad podlago znaša do 4 m. To dokazuje, da je sediment v plazu nad drsno ploskvijo na več mestih vsekakor zasičen z vodo. Avgusta 2017 smo tudi opazili, da je drobnozrnat sediment blizu površine vlažen celo v času največje vročine (temperatura zraka je bila 39 °C).

Težavo predstavlja dejstvo, da trenutno premikov na plazu sistematično ne meri nihče, ne glede na dejstvo, da se

plaz počasi, a očitno premika. Že leta 2011 je bilo omejeno, da se lahko okoli 300.000 m³ materiala mobilizira v drobirski tok, ki lahko ogrozi spodaj ležeče objekte. Zato načrtujemo izvedbo sistematičnih inklinometriških in hidrogeoloških meritev ter analizo premaknjenih volumnov na osnovi georeferenciranih posnetkov z uporabo brezpi-lotnega letalnika.

Na podlagi rezultatov meritev bo mogoče opredeliti območja večjih premikov plazu Stogovce ter premike časovno povezati s padavinsko bilanco širšega območja plazu.

Literatura

Ogrič, M. 2013: Merjenje premikov na plazu Stogovce v Vipavski dolini s sistemom Geasense = Monitoring of landslide displacements with Geasense system on the landslide Stogovce, Vipavska valley. Diplomsko delo. UL NTF, Ljubljana: 59 p.

Pečar, D. 2016: Analiza sprememb površine plazu Stogovce v času 2010-2014 = Analysis of changes of Stogovce landslide surface (SW Slovenia) between 2010 and 2014. Diplomsko delo. UL NTF, Ljubljana: 36 p.

Petkovšek, A., Fazarinc, R., Kočevan, M., Maček, M., Majes, B. & Mikoš, M. 2011: The Stogovce landslide in SW Slovenia triggered during the September 2010 extreme rain fall event. Landslides, 8/4: 499-506, doi:10.1007/s10346-011-0270-z.

Verbovšek, T., Kočevan, M., Benko, I., Maček, M. & Petkovšek, A. 2017: Monitoring of the Stogovce landslide slope movements with GEASENSE GNSS probes, SW Slovenia. In: Mikoš, M. (eds.), et al. Advancing culture of living with landslides. Vol. 3, Advances in landslide technology. Springer: 311-316, doi:10.1007/978-3-319-53487-9_35.

Geomorfološka analiza ugrezninskih razpok na območju Šaleških jezer

Geomorphological analysis of cracks related to coal mining in Velenje, NE Slovenia

Jan Vodusek¹ & Tomislav Popit²

¹ Šalek 14b, 3320 Velenje, Slovenija;
jan.vodusek@gmail.com

² Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta,
Oddelek za geologijo, Aškerčeva cesta 12, 1000 Ljubljana,
Slovenija;
tomi.popit@geo.ntf.uni-lj.si

Ugrezjanje v šaleški dolini ni nov proces. Sledimo mu lahko več kot pol stoletja nazaj, ko je Premogovnik Velenje začel z intenzivnim odkopavanjem lignita na tem območju. Najmanjše izmed treh Šaleških jezer (Škalsko jezero) so opazovali že pred drugo svetovno vojno, večji jezera (Velenjsko in Družmirsko) pa sta začeli nastajati po njej. Družmirsko, ki je najmlajše in najgloblje, ima svoj izvor v sedemdesetih letih. Izkopavanje premoga je poleg nastanka jezer povzročilo tudi za nastanek površinskih razpok. Ugrezjanje je kontinuiran proces, saj se zaradi izkopavanja premoga še vedno vrši. Detajlna analiza površinskih razpok bi lahko v prihodnje pomagala pri napovedovanju pogreznitvenih območij v tem delu Velenjske kotline.

S periodičnim evidentiranjem in natančnim kartiranjem ter geomorfometričnimi analizami površinskih razpok smo določili geomorfne lastnosti razpok v različnih obdobjih. Geomorfometrična analiza je temeljila na senčnem digitalnem modelu reliefa, pridobljenem iz lidarskih podatkov. Vse analize so bile izvedene v odprtokodnem programskem orodju QGIS 3.0.2. Za prikaz razpok se je najbolje obnesla analiza razgibanosti (*ruggednes*) površja.

Rezultati analiz so pokazali, da razpoke ležijo v kvartarnih sedimentih fluvialnih nanosov reke Velunje, sestavljenih pretežno iz glinastih prodov in peščenih glin. Razpoke so na površini globoke do 5 m, lateralno jim lahko sledimo tudi do 300 metrov. Povprečni naklon razpok znaša od 40° do 50°. Vpadajo večinoma proti jugu, vходу in jugo-vzhodu. Glede na topografske karte iz leta 1993 starost določenih razpok ocenjujemo nad 25 let, podobno lahko sklepamo tudi na premik posameznih razpok za nekaj 10 m proti jugu. Določili smo tudi povprečno dolžino razpok, povprečno velikost razpok, povprečen naklon razpok, povprečen premik razpok od leta 1993 do 2014 ter antropogene in naravne spremembe razpok. Ugotovljeno je bilo, da se razpoke pojavljajo na obrobni delih območja podzemnega izkopavanja, kjer je napetost največja.

Pliokvartarna tektonika Velenjskega bazena – insajderski vpogled v pull-apart strukturo

Plio-Quaternary tectonics of Velenje Basin – Insiders's view of a pull-apart structure

Marko Vrabec

Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta,
Oddelek za geologijo, Aškerčeva cesta 12, 1000 Ljubljana,
Slovenija;

marko.vrabec@geo.ntf.uni-lj.si

Velenjski bazen v severovzhodni Sloveniji je zmičnega (pull-apart) nastanka. Bazen, ki ima strukturo polgrabna, je nastal v pliocenu v obdobju zadnje faze desnih zmikov ob prelomih Periadriatskega prelomnega sistema, katerim pripada tudi Šoštanjski prelom, ki je vodilni prelom Velenjskega bazena. Pliokvartarna aktivnost Šoštanjskega preloma je jasno razvidna iz podpovršinskih podatkov iz Premogovnika Velenje, saj segmenti preloma sekajo in zamikajo zgornjepliocensko krovninsko mejo premogove plasti za več 10 m, njihova geometrija pa kaže na desno-transtenzijsko kinematiko preloma. Ker v coni Šoštanjskega preloma rudarska dela ne potekajo več, neposredna strukturna opazovanja tam niso več mogoča, pač pa smo v okviru aplikativnih raziskovalnih nalog, financiranih s strani Premogovnika Velenje okoli 10 let strukturno kartirali premogovo plast v osrednjem delu bazena.

Pri kartiranju aktivnih odkopnih čel je poleg težkih delovnih pogojev in varnostnega tveganja poseben problem predstavljala izjemna debelina in homogenost premogo-

ve plasti, zaradi česar je geološko strukturo odkopnega čela relativno težko razbrati. Tudi premiki ob prelomih so v osrednjem delu bazena precej majhni, saj jih z analizo geometrije krovinske meje iz podatkov vrtni ni mogoče zaznati. Odkopna čela smo kartirali v merilu 1 : 375 na povprečno vsakih 25 m napredka odkopa in v večih višinskih etažah, tako da je bila pokritost območja deloma tridimenzionalna. Na prelomnih ploskvah smo merili vpade tektonskih drs ter meritve kinematsko in dinamsko analizirali s programom TectonicsFP verzije 1.6.

Našli smo dve glavni družini prelomov: i) srednjestrme do strme ploskve s slemenitvijo NNE–SSW do N–S in naklonom od 45 do 75 stopinj, ter ii) strme ploskve s slemenitvijo N–S do NNW–SSE in naklonom od 70 do 90 stopinj. Prelomi druge družine so mlajši in pogosto sekajo prelome prve družine. Vertikalni zamiki ob prelomih (kjer jih je bilo mogoče določiti) so majhni in ne presegajo 1–1,5 m, najpogostejše so manjši od nekaj dm, horizontalnih zamikov pa ni bilo mogoče določiti. Na podlagi analize zdrsov ob prelomnih ploskvah se jasno ločita dve kinematski fazi: i) normalni premiki pretežno po vpadu v E–W usmerjeni tenziji, ter ii) predvidoma desnozmčni premiki v N–S do NNW–SSE usmerjeni kompresiji s pravokotno usmerjeno tenzijo. Sklepamo, da so prelomi prve družine nastajali med transtenzijskim ugrezanjem bazena, saj nekatere strukture dokazujejo sinsedimentno aktivnost, ugotovljeno napetostno stanje pa je kompatibilno z regionalno zmičnotektonsko kompresijo v smeri N–S v obdobju pliokvartarja. Premiki druge faze označujejo konec ugrezanja v osrednjem delu bazena v generalno nespremenjenem napetostnem stanju; deloma so bile zmično reaktivirane ploskve normalnih prelomov iz prve faze, deloma pa so nastali novi strmi prelomi, ki so presekali starejše strukture. V inverzijski drugi fazi je prišlo tudi do rahlega rotacijskega krčenja območja bazena.

Strukturni podatki iz Velenjskega bazena predstavljajo v svetovnem merilu izjemen vpogled v dinamiko zmično-tektonskih (pull-apart) bazenov in so tudi eden najboljše dokumentiranih primerov neotektonske (pliokvartarne) tektonske aktivnosti v širši regiji.

Hitre neotektonske rotacije v Jadransko-Evrazijski kolizijski coni, ugotovljene iz paleomagnetizma pliokvartarnih jamskih sedimentov Slovenije

Rapid neotectonic vertical-axis rotations in the Adria-Eurasia collision zone, inferred from paleomagnetism of Pliocene-Quaternary cave sediments (Slovenia)

Marko Vrabec¹, Petr Pruner^{2,3}, Nadja Zupan Hajna³, Andrej Mihevc³ & Pavel Bosák^{2,3}

¹ Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, Aškerčeva cesta 12, 1000 Ljubljana, Slovenija;

marko.vrabec@geo.ntf.uni-lj.si

² Institute of Geology of the Czech Academy of Sciences, Rozvojová 269, 165 00 Praha 6, Češka republika

³ Inštitut za raziskovalne krasa ZRC SAZU, Titov trg 2, 6230 Postojna, Slovenija

Rotacije tektonskih blokov v zgornjem delu skorje, rekonstruirane iz paleomagnetnih deklinacij v kamninah in nekonsolidiranih sedimentih, nastanejo zaradi različnih tektonskih mehanizmov kot so premikanje litosferskih plošč, napredovanje in rotacija naravnih pokrovov, ali rotacija togih blokov v conah zmičnih prelomov. Paleomagnetni podatki tako lahko prispevajo pomembne podatke o času in magnitudi tektonskih dogodkov, vendar pa so kamnine, ki so ustrezne za paleomagnetne analize, pogosto znatno starejše od deformacij, ki so rotacije povzročile.

V naši raziskavi smo uporabili paleomagnetne podatke iz jamskih sedimentov pliokvartarne starosti in z njimi dokumentirali neotektonske (0–5 Ma stare) rotacije v severovzhodnem delu Jadransko-Evrazijske kolizijske cone v Sloveniji. Zanesljivo kronologijo v prostorsko in časovno močno nezveznem stratigrafskem zapisu v jamskih sedimentih smo vzpostavili z uporabo magnetostratigrafskih, radiometričnih, biostratigrafskih in geomorfoloških podatkov. Ugotovljene hitrosti rotacij znašajo med 2° in 10° na Ma in so bile najvišje v obdobju med 3,0 in 1,5 Ma. Upočasnitev rotacij po 1,5 Ma se ujema z zmanjšanjem hitrosti premikanja ob zmičnih prelomih in začetkom inverzije v kvartarnih zmičnih bazenih, česar doslej ni bilo mogoče natančneje časovno opredeliti. Na podlagi vzorcev rotacij smo ločili dve tektonski območji: Jadranski priobalni naluskani pas kaže začetne rotacije v urni smeri, ki verjetno sovpadajo z narivanjem, tem pa po 1,5 Ma sledijo rotacije v protiurni smeri. V notranjosti ozemlja pa smo ugotovili neprekinjene rotacije v protiurni smeri, ki kažejo na mehanizem domino rotacije tektonskih blokov med NW–SE (dinarsko) usmerjenimi prelomi. Naši rezultati prinašajo nove podatke o pliocenski do recentni tektonski aktivnosti v Jadranski kolizijski coni in kažejo, da je severovzhodni periadriatski deformirani pas v podlagi popolnoma ločen od Jadranske mikroplošče, ki rotira s hitrostjo <0.5°/Ma v protiurni smeri.

Naša raziskava dokazuje uporabnost jamskih sedimen-

tov za pridobivanje konsistentnih paleomagnetnih podatkov, ki premoščajo vrzel med kratkoročnimi določitvami hitrosti deformacij z geodetskimi in geomorfološkimi metodami, ter dolgoročnimi geološkimi določitvami. Jamski sedimenti tako lahko prispevajo pomembne nove podatke za kvantitativne študije neotektonskih procesov.

Gospodarjenje z mineralnimi surovinami in Rudarska strategija Slovenije

Management of mineral resources and National mining strategy

Leopold Vrankar¹, Duška Rokavec² & Marko Mehle²

¹ Ministrstvo za infrastrukturo, Direktorat za energijo, Langusova 4, 1000 Ljubljana, Slovenija;
Leopold.Vrankar@gov.si

² Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija

Evropa se vse bolj zaveda strateškega pomena lastnih mineralnih surovin (MS), zagotavljanja dostopa do njihovih nahajališč in samooskrbe z njimi ter, po drugi strani, potrebe po varovanju okolja in ohranjanju kvalitetnih virov podzemne pitne vode. Zanimanje za MS iz lastnih virov v EU se je v zadnjih letih okrepilo zaradi povečane porabe in višjih cen, ki so posledica potreb hitro rastočih ekonomij na drugih celinah. Evropa razpolaga z zadostnimi količinami MS za gradbeništvo (agregati), otežen pa je dostop do njihovih nahajališč. Razpoložljivost agregatov iz regionalnih in lokalnih virov je ob upoštevanju transportnih omejitev in stroškov prevoza ključna za gospodarski razvoj, kar je, kot je zapisano v osnutku DRS 2018, javni interes. Evropska komisija se je leta 2008 odzvala na nastale razmere pomanjkanja MS s sporočilom »Pobuda za surovine – zagotavljanje preskrbe z nujno potrebnimi surovinami za rast in delovna mesta v Evropi«. Pobuda med drugim spodbuja zagotovitev dostopa do nahajališč evropskih mineralnih surovin.

Pri izkoriščanju mineralnih surovin se ne moremo izogniti vplivom na okolje. Z namenom varovanja podzemnih voda je bila s strani evropskega sveta sprejeta »Vodna direktiva 2000/60/ES«, ki narekuje ukrepe na področju vodne politike z namenom zmanjšanja onesnaževanja podzemne vode. Navedena direktiva varuje podzemne vode, obenem pa ne onemogoča izkoriščanja mineralnih surovin.

V Republiki Sloveniji izkoriščamo več vrst nekovinskih mineralnih surovin, od katerih po količini letno pridobljene surovine daleč prednjačita tehnični kamen (predvsem apnenec in dolomit) ter prod oz. peščenica prod. Ker v severovzhodni Sloveniji za zagotavljanje strateške oskrbe z agregati ni naravnih danosti za pridobivanje tehničnega kamna, slednjega nadomeščamo z izkoriščanjem proda iz gramoznic. Slovenska industrija nekovinskih MS se prilagaja povečanemu interesu družbe za varovanje okolja v dveh smereh (Osnutek DRS 2018):

- s spremembami tehnologij, ki so bolj usklajene s pogledi glede varovanja okolja (spremembe načina odkopavanja, sanacija zaradi odkopavanja degradiranih površin, primernejše tehnologije bogatenja in predelave, skrb za čiščenje tehnoloških voda itd.) ter

- s proizvodnjo surovin oziroma polizdelkov (po bogatenju) ali izdelkov (po predelavi), ki se uporabljajo za različne ekološke namene oziroma sanacije.

Za nove prostorske ureditve za izkoriščanje mineralnih surovin, pa tudi za sanacije obstoječih, se pripravljajo OPPN (občinski podrobni prostorski načrti), za katere Ministrstvo za okolje in prostor od primera do primera odloči, ali je zanje treba izvesti postopek Celovite presoje vplivov na okolje (CPVO) v skladu z veljavno okoljsko zakonodajo (Osnutek DRS 2018).

Temeljna usmeritev državne rudarske strategije je zadostna oskrba z MS, ki omogoča gospodarski razvoj, vendar ni v navzkrižnem interesu z ostalimi segmenti družbe in okolja med katere spada tudi ohranjanje kvalitete podzemne pitne vode (Osnutek DRS 2018).

V Sloveniji je varovanje voda predpisano z Uredbo o načrtu upravljanja voda za vodni območji Donave in Jadranskega morja (UI RS 61/11, 49/12 in 67/16), ki v 8. členu zapoveduje, da mora biti dno izkopa vsaj 2 m nad najvišjo gladino podzemne vode. Gladina podzemne vode se na območju Murske kotline in širše dvigne do površja, kar predstavlja v praksi onemogočenje pridobivanja proda iz gramoznic.

Z izzivi trajnostnega upravljanja in načrtovanja sonaravnega razvoja, ki naj prinese zadovoljive rešitve tako za preskrbo s surovinami kot primerno varovanje podzemne vode, se lahko tvorno soočamo le s sodelovanjem vseh deležnikov s področja mineralnih surovin in podzemnih voda.

Vloga geološko geotehničnega (GG) elaborata pri načrtovanju zahtevnih objektov in linijske infrastrukture

The role of the geological and geotechnical study in designing complex objects and linear infrastructure

Vlado Vukadin¹ & Andrej Ločniškar²

¹ IRGO Inštitut za rudarstvo geotehnologijo in okolje, Slovenčeva 93, 1000 Ljubljana, Slovenija;
vlado.vukadin@irgo.si

² DRI upravljanje investicij d. o. o., Kotnikova ulica 40, 1000 Ljubljana, Slovenija

Geološko geotehnični (GG) elaborat je eden od temeljnih dokumentov za projektiranje zahtevnih objektov (odlagališča, energetske objekti, večji tovarniški kompleksi...) in linijske infrastrukture (ceste, železnice, energetske in VVO nasipi...). Dokument vsebinsko povzema in nadgrajuje različna poročila oziroma področja v enovit dokument, ki definira ključne geološke in geotehnične informacije in tveganja vezana na poseg v prostor. Tako GG elaborat,

v odvisnosti od problematike, lahko vsebuje podatke o strukturnih, tektonskih, hidrogeoloških, inženirsko geoloških, geoseizmičnih, geotehničnih, mineraloških, hidrogeo kemičnih razmerah, podatke o ranljivosti okolja, vodovarstvenih območjih, materialnih bazah, uporabnosti materiala itd...

Že iz navedenega je razvidno, da gre za multidisciplinaren dokument, kjer je neobhodno sodelovanje med projektanti in geologi/geotehniki, v vseh fazah razvoja projekta, od študije izvedljivosti, do projektov za izvedbo in vzdrževanje. Pri načrtovanju in izvedbi GG preiskav, je ob upoštevanju faznosti projekta, potrebno predvsem pravilno izbirati raziskovalne metode, njihov obseg, lokacije raziskav in točke dolgoročnega monitoringa. Zato je na eni strani potrebno dobro poznavanje preiskovalnih metod, dobljenih rezultatov in njihovih omejitev, po drugi strani, pa je potrebno tudi poznavanje geotehničnih konstrukcij, ukrepov in tehnologij s katerimi projektant odgovarja na tveganja in umešča objekt varno v prostor. Predvsem je potrebno GG informacije in tveganja ustrezno ovrednotiti in podati parametre (oziroma njihov razpon), s katerimi se opravijo potrebni izračuni in ta tveganja v Geotehničnem načrtu, skladno z veljavnimi predpisi, tudi obdelajo.

V zadnjih dveh desetletjih, je bilo v Sloveniji raziskanih in/ali izvedenih veliko zahtevnih objektov in linijske infrastrukture. V prispevku bomo skozi predstavitev nekaterih najbolj zanimivih in zahtevnih projektov prikazali, njihove posebnosti, zanimivosti in predvsem prikazali pomembnost GG elaborata.

Using GPR for studying natural CO₂ vents

Uporaba georadarja za raziskovanje naravnih virov CO₂

Marjana Zajc & Nina Rman

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

marjana.zajc@geo-zs.si,

nina.rman@geo-zs.si

Natural CO₂ vents, i.e. mofettes, are usually found in volcanic environments, however, they can also occur in areas where deep fault and fracture systems allow natural gas to migrate from the mantle or crust and discharge at the surface (Pettinelli et al., 2010). Such mofettes of non-volcanic origin can be found in the NE part of Slovenia, namely within the Slovenske gorice region (Gabor & Rman, 2010), where the gas seeps from the subcontinental lithospheric mantle (Bräuer et al., 2016).

Mofettes can easily be spotted in areas where surface indicators, e.g. reduced vegetation and bubbles in water collected in gas vent, are present. However, in cases where the CO₂ concentration is not high or stable enough to impact the surrounding flora and gas vents do not contain water, it is much harder to define them. Due to the CO₂ concentration sometimes being higher than 99 vol%

(Weinlich et al., 1998), small dead animals can be found nearby. High CO₂ concentrations have been fatal for humans as well (Chiodini et al., 2010). Numerous studies have been conducted on the effect of natural gas vents on health, groundwater and soil quality as well as atmospheric CO₂ concentrations (Pettinelli et al., 2010 and references therein), however, few have tried spatially defining the subsurface extent of mofettes with geophysical methods (e.g. Pettinelli et al., 2008, 2010).

The objective of this research was to investigate the subsurface features of two known sites with mofettes in NE Slovenia, the Polička slatina and the Stavešinske mofete Strmec site, by using the non-invasive ground penetrating radar (GPR) method. The results show that sections of GPR profiles with high signal attenuation correspond well with areas where mofettes are visible at the surface and vegetation is damaged by high CO₂ concentrations. Beneath the high signal attenuation horizons concave reflectors were identified as well as narrow vertical zones, which could indicate the presence of fractures allowing the natural gas to migrate towards the surface. The GPR method therefore proved to be useful for investigating subsurface features as well as spatial extents of mofettes and could also be applied in areas where no surface indicators are present.

References

- Bräuer, K., Geissler, W.H., Kämpf, H., Niedermann, S. & Rman, N. 2016: Helium and carbon isotope signatures of gas exhalations in the westernmost part of the Pannonian Basin (SE Austria/NE Slovenia): Evidence for active lithospheric mantle degassing. *Chemical Geology*, 422: 60-70, doi:10.1016/j.chemgeo.2015.12.016.
- Chiodini, G. et al. 2010: Non-volcanic CO₂ Earth degassing: case of Mefite d'Ansanto (southern Apennines), Italy. *Geophysical Research Letters*, 37/11: L11303, doi:10.1029/2010GL042858.
- Gabor, L. & Rman, R. 2010: Mofettes in Slovenske gorice (in Slovene). *Geologija*, 59/2: 155-177.
- Pettinelli, E., Beaubien, S.E., Lombardi, S. & Annan, A.P. 2008: GPR, TDR, and geochemistry measurements above an active gas vent to study near-surface gas-migration pathways. *Geophysics*, 73/1: A11-A15.
- Pettinelli, E. et al. 2010: Characterization of a CO₂ gas vent using various geophysical and geochemical methods. *Geophysics*, 75/3: B137-B146.
- Weinlich, F.H., Tesar, J., Weise, S.M., Bräuer, K. & Kämpf, H. 1998: Gas flux distribution in mineral springs and tectonic structure in northwest Bohemia. *Journal of Czech Geological Society*, 43/1-2: 91-110.

Transfer of Slovenian public mining service good practice to SEE Europe**Prenos dobre prakse slovenske rudarske javne službe v dežele jugovzhodne Evrope****Tina Zajc Benda, Duška Rokavec & Kim Mezga**

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

*tina.zajc-benda@geo-zs.si,**duska.rokavec@geo-zs.si*

In the past decade the demand for raw materials has increased significantly and is expected to increase even faster. In order to please the short- and long-term mineral demand in EU, its industry is expected to expand the exploration and extraction investments and activities on the Balkan region. To facilitate this process the mineral extractive industry needs an easy access to relevant data and information on minerals and mineral deposits, concessionaires and legal procedures in the Balkan.

In order to boost the innovation and entrepreneurship in the raw materials sector and to increase investments into the mineral extractive industry, the knowledge of primary and secondary mineral resources is of high importance. When the interested investors clearly see the mineral potential and access to well organized mineral data, the investments and industrial growth follows. The preliminary condition in this process is organized Mineral Support Service (MSS). Since in SEE region no such exists yet, the knowledge transfer about MSS's establishment and performance to SEE region is desirable. The mineral commodities expected in SEE region would significantly contribute to meet the demands of EU industry and should increase the sustainability of European mineral supply.

The majority of EU countries with developed mineral policy and management have already organized MSS, founded by authorities. Well-organized MSS is very useful for industrial stakeholders; it provides reliable information in one place, e.g. attributes, graphic table and cartographic data and information (on concessions, mineral processing industry, statistics on production and reserves, duration and transfer of mining rights, possibilities to obtain mining rights and licencing procedures, etc.). These data are important for national legal entities and for foreign investors as well.

Slovenian Public Mining Service is a public mineral intelligence system, organized as an expert service to support legal authorities (from national to local level) at the decision-making process and facilitates the industry to enter into new markets achieving balance between mineral extraction, environmental and land use requirements. As a public research institution Geological Survey of Slovenia (GeoZS) has been performing expert activities and acquired various data. Relevant mineral resource data are organized in a framework of Public Mining Service, operating over 20 years. As an expert advisor to the ministry responsible for mining, GeoZS has an important role in

facilitating the decision making process and contributes to the sustainable mineral policy.

The principal aim of MineService project (full title "Mining/Mineral Support Services", funded by EIT RawMaterials) is the knowledge transfer to West Balkan region countries (SEE) where significant mineral potential has been identified. Such a support service would represent a good basis for a fully operational service, which would facilitate authorities in the mineral sector and access of relevant data to EU investors.

Rentgenske mikrotomografske preiskave avtigenih mineralizacij v lignitu Velenjskega bazena**X-ray microtomographic investigations of authigenic mineralizations in lignite from the Velenje basin, Slovenia****Vesna Zalar Serjun¹, Janez Turk¹, Marko Vrabec², Mirijam Vrabec², Janez Rošer³, Janko Čretnik¹ & Alenka Mauko Pranjić¹**¹ Zavod za gradbeništvo Slovenije, Dimičeva ulica 12, 1000 Ljubljana, Slovenija; *vesna.zalar@zag.si*² Oddelek za geologijo, NTF, Univerza v Ljubljani, Aškerčeva 12, 1000 Ljubljana, Slovenija³ Premogovnik Velenje, Partizanska cesta 78, 3320 Velenje, Slovenija

Rentgenska mikrotomografija je relativno nova neporušna metoda, ki predstavlja močno orodje za prostorsko karakterizacijo materialov in je danes povezana s številnimi inovativnimi preboji v znanosti. Glede na to, da je geologija sama po sebi znanost, ki rešuje probleme prostorsko, je uporaba 3D metode, zlasti na orientiranih vzorcih, smiselna in potrebna. Z mikrotomografijo pridobljeni podatki o prostorski razporeditvi, zlogu in o lastnostih površin nudijo pomembne nove podatke za rekonstruiranje sedimentacijske, diagenetske in tektonske zgodovine geoloških materialov. Za geološke raziskave je zelo pomembno, da vzorci med mikrotomografsko analizo ostanejo neporušeni, saj to omogoča kombiniranje 3D podatkov na istem vzorcu s kemičnimi, mineraloški in strukturnimi analizami, kot tudi kontinuirano spremljanje dinamičnih procesov. Eden od modernih izzivov rabe mikrotomografije v geoznanosti je problem 3D fazne analize. Vizualizacijo različnih mineralnih faz na mikrotomografskih posnetkih omogoča dejstvo, da je njihov absorpcijski koeficient odvisen od njihovega povprečnega atomskega števila in debeline materiala. Zato imajo materiali z višjim absorpcijskim koeficientom na rekonstruiranih tomografskih slikah svetlejšje odtenke, vendar pa to ne omogoča enoznačnega razločevanja, saj imajo različne mineralne faze lahko podobne absorpcijske koeficiente.

V lignitni plasti Velenjskega bazena so pogoste avtogene

kalcitne mineralizacije, ki se pojavljajo v obeh prevladujočih litotipih velenjskega lignita: v ksilitu in v gelitu z različno vsebnostjo ksilitne komponente. Na podlagi makroskopskih opazovanj ločimo šest poglavitnih strukturnih tipov mineralizacij: 1) mineralizacije, ki nastopajo v obliki lamin, pasov ali tankih plasti, ki so pogosto drobno valovite; 2) mineralizacije v obliki drobnih leč ali manjših lečastih teles; 3) gosto dispergirana mineralna snov v drobnem detritnem materialu; 4) mineralizacije v obliki nadomeščanja ksilitnih fragmentov; 5) mineralizacije v obliki inkrustracij na ksilitnih fragmentih, ter 6) mineralizacije v obliki sige, ki je rumenkasto obarvana in nastopa v obliki prevlek ter sekundarnih zapolnitev v votlinicah. Poznavanje geometrije mineraliziranih domen, njihovih razsežnosti, ter njihove tridimenzionalne porazdelitve v lignitni osnovi je pomembno za razumevanje geneze mineralizacij, kakor tudi za karakterizacijo geomehanskih in drugih karakteristik mineraliziranega lignita. V tem prispevku so predstavljeni prvi rezultati mikrotomografske preiskave prostorske zgradbe, porazdelitve mineraliziranih domen in njihovih medsebojnih strukturnih odnosov na izbranih vzorcih lignita Velenjskega bazena. Prostorska mikroskopija je bila izvedena z rentgenskim mikroskopom microXCT400 proizvajalca XRadia. Za obdelavo podatkov smo uporabili programsko orodje AVIZO FIRE proizvajalca FEI. Analize so bile opravljene na valjastih vzorcih vrtn premera 3 cm. S pozicijo vira in detektorja smo dosegli zajem 3 cm višine vzorca in resolucijo slike 31,6 µm.

clays (mylonite; calcite clasts) from opened fissures and fault zones. By mineral composition studies of cave alluvial sediments was also noticed that in many cases high amount of carbonate clasts is significant originated from incomplete solution of cave walls. With the research of clastic sediments along karst surface, geomorphological explanation of denuded caves was determined. Paleomagnetic data in combination with other dating methods, especially U-series dating and biostratigraphy have shifted the possible beginning of cave infilling processes and speleogenesis in Slovenia below the Tertiary/Quaternary boundary (Zupan Hajna et al., 2008, 2010). From the results were done interpretations on geomorphologic and tectonic evolution of the karst areas (Häuselmann et al., 2015).

References

- Häuselmann, P., Mihevc, A., Pruner, P., Horáček, I., Čermák, S., Hercman, H., Sahy, D., Fiebig, M., Zupan Hajna, N. & Bosák, P. 2015: Snežna jama (Slovenia): Interdisciplinary dating of cave sediments and implication for landscape evolution. *Geomorphology*, 247: 10-24, doi:10.1016/j.geomorph.2014.12.034.
- Zupan Hajna, N., Mihevc, A., Pruner, P. & Bosák, P. 2008: Palaeomagnetism and magneto-stratigraphy of karst sediments in Slovenia. *Carsologica* 8, Založba ZRC, Ljubljana: 266 p.
- Zupan Hajna, N., Mihevc, A., Pruner, P. & Bosák, P. 2010: Palaeomagnetic research on karst sediments in Slovenia. *International Journal of Speleology*, 39/2: 47-60, doi:10.5038/1827-806X.39.2.1.

Highlights from the karst sediments research in Slovenia

Poudarki iz raziskovanja kraških sedimentov v Sloveniji

Nadja Zupan Hajna

ZRC SAZU Inštitut za raziskovanje krasa, Titov trg 2,
6230 Postojna, Slovenija;
zupan@zrc-sazu.si

Various karst sediments, from caves and surface, represent archives traps of past geologic and environmental records in spite of the fact that sediments mostly represent the latest episodes of deposition. Many times sediments from diverse karst environments are the only deposits sediments representing terrestrial phase of landscape evolution and they indirectly indicate the manner and age of various processes, speleogenesis and karst evolution.

In last 70 years in Slovenia study and interpretations of the cave sediments and sediments on karst surfaces went through different stages in accordance with then prevailing various theoretical models, knowledge about karst processes and especially the development of dating methods. Clastic deposits on the surface and in the caves are different in size, shape, colour, texture and have various provenance. There were studied infiltrated loam originated from terra rossa like sediments and tectonic

Use of robotics and automation for mineral prospecting and extraction

Uporaba robotike in avtomatizacije pri raziskovanju in izkoriščanju mineralnih surovin

Gorazd Žibret

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;
gorazd.zibret@geo-zs.si

Mining is vital to build the equipment, machines, electronic devices and infrastructure that are we using. Since recycling cannot fully meet the ever-growing demand for minerals, mining will play a crucial role in securing the supply of minerals also in the future. Decreasing ore grades, depletion of many easily accessible high-grade mineral deposits and ever-increasing demand for raw materials provides a challenge for the mining industry. These challenges are addressed by going big and exploiting ores in more and more harsh environments, like ultra-deep, off-shore, under water mining or mining in remote arctic or desert areas. Very high or low temperatures, presence of harmful substances, water, geotechnical instabilities, or small spaces limits the possibilities for humans to work there, or is making the mining possible only with significant costs. To allow economical minerals

extraction in harsh environments, new automated or remotely controlled mining machinery will have to be developed and deployed. Core challenges in multidisciplinary development of such new systems are connected to energy supply, locomotion, communications, environmental awareness, big data handling and processing, automated decision-making systems, rock-cutting capability, ore transport systems, production capacity, machine and software maintenance requirements and costs, to name only a few. Several of the aforementioned challenges are already being solved within two Horizon 2020 projects.

The iVAMOS! project (vamos-project.eu) consortium is developing a remotely controlled mining machine and support systems, capable of ore extraction in flooded open pits (Bakker et al., 2017). This brings several advantages over conventional open pit mining: no need for dewatering, better geotechnical stability and less environmental impacts. GeoZS is involved in macro and microeconomic evaluation, assessing environmental impacts and technology exploitation, as well as at tests of the equipment in real conditions.

The UNEXMIN project (unexmin.eu) consortium is developing an autonomous robotic explorer to map the flooded underground mines (Lopes et al., 2017). Robot will need to explore the flooded tunnels, collect the information and return back to the surface. Obtained data will allow the creation of virtual reality model of the mine, allowing geologist to map and explore the mine in a way it is done in real environment. Information about magnetic field, water quality, radiation, minerals, obtained by different data collection units, will also be merged in virtual reality model. Geological Survey of Slovenia is in charge for the testing of the UX-1 in real environments, and participate in geoscientific evaluation of new technology, technology exploitation and post-processing software development. The Idrija Mercury Heritage Management Centre is also a partner in this project and manages one of the UX-1 test sites.

References

- Bakker, E., Žibret, G. & Rainbird, J. 2017: The iVAMOS! Sustainable Underwater Mining Solution. *European Geologist*, 44: 58-62. Internet: <http://eurogeologists.eu/the-vamos-sustainable-underwater-mining-solution/>
- Lopes, L., Zajzon, N., Bodo, B., Henley, S., Žibret, G. & Dizdarevič, T. 2017: UNEXMIN: developing an autonomous underwater explorer for flooded mines. *Energy procedia*, 125: 41-49, doi:10.1016/j.egypro.2017.08.051.

The earthquake catalogue of Slovenia and the surrounding region

Katalog potresov v Sloveniji in okolici

Mladen Živčič, Ina Cecić, Martina Čarman, Tamara Jesenko & Jurij Pahor

Agencija RS za okolje, Urad za seizmologijo, Vojkova ulica 1b, 1000 Ljubljana, Slovenija;
Mladen.zivcic@gov.si

Systematic collection of earthquake data and instrumental recording started in Austro-Hungarian Monarchy at the end of 19th century. Several strong earthquakes (Klana, Croatia, in 1870, Belluno, Italy, in 1873 and Zagreb, Croatia, in 1880) prompted national academies of science to organize earthquake studies. After the 1895 Ljubljana earthquake, Earthquake Commission of the Austrian Academy of Sciences was formed and started systematic collection of earthquake data, both contemporary and historical. In 1897 the first seismological station in Austro-Hungarian Monarchy started to operate in Ljubljana. Major co-ordinated effort following modern methodology to catalogue earthquakes was done after the 1963 Skopje earthquake under the UNESCO/UNDP project "Survey of the seismicity of the Balkan region". Vladimir Ribarič, who was in charge for the Slovenian part, compiled the first earthquake catalogue of Slovenia.

The continuous efforts taken at the Seismology Office of ARSO to widen the knowledge of the seismicity of Slovenia and surrounding regions have resulted in improvements of the methodology, as well as in the recovering additional and/or verifying the existing documentation about earthquakes in the past.

The present earthquake catalogue of Slovenia and the surrounding region was prepared for seismic hazard analysis (SHA) project. It was compiled following the recommendations of the International Atomic Energy Agency. The catalogue contains parameters of the earthquakes in the region between 44° and 48° N and between 12° and 18.5° E. That area belongs to eight countries which results in vast diversity in methodologies and details in existing seismicity studies of different parts of the said area. The merging of the input catalogues was done according to the territorial principle – whenever possible the authoritative parameters were determined by the country where the earthquake happened.

To achieve the desired threshold magnitude ($M_w=3.5$) it was necessary to use supplementary data sources in addition to released earthquake catalogues. For all the events, all possible size determinations are collected – instrumentally determined magnitudes from various sources, as well as intensity data. For SHA studies, a uniform measure of earthquake size is needed. It is expected that ground motion prediction equations (GMPE) based on the moment magnitude M_w will be used to model ground motion. Equations relating other earthquake size

measures to the moment magnitude M_w were selected by testing the fit of the already published relations to the available data. In few cases, when the data allowed, new relations were derived.

The resulting catalogue is mostly a macroseismic catalogue. This is inevitable in pre-instrumental period up to the end of the 19th century, but the number and quality of seismic stations in the investigated region were insufficient for the determination of the earthquake location from the instrumental data for the most part of the 20th century as well. As a result, most of the events listed in the catalogue have large uncertainties both in the location as well as in the magnitude.

Compiling earthquake catalogue is a continuing process of augmenting the original information and updating and improving the methods used for the earthquake parameters determination. The compiled list of earthquakes and their parameters is just a snapshot of the existing knowledge at the present moment.

Določitev deleža kamnin v flišu JZ Slovenije z uporabo terestričnega laserskega skeniranja (TLS)

Determination of the ratio between lithological units in flysch of SW Slovenia using TLS

Tina Živec & Timotej Verbovšek

Oddelek za geologijo, Aškerčeva 12, 1000 Ljubljana, Slovenija;
tina.zivec@geo.ntf.uni-lj.si,
timotej.verbovsek@geo.ntf.uni-lj.si

Fliš predstavlja heterogeno hribino, za katero je značilno ciklično menjavanje drobno- in debelo-zrnatih klastičnih kamnin, z možnimi vmesnimi plastmi apnencev. Za heterogene hribine so značilni različni geomehanski parametri posameznih litoloških enot, kar se odraža pri geotehničnem obnašanju fliša.

Pri projektiranju geotehničnih objektov v hribinah (npr. predorov, brežin) je pomembna karakterizacija hribine, s katero opišemo inženirsko geološke razmere, ki se pojavljajo na obravnavanem območju. Upoštevamo tako lastnosti intaktne kamnine kot diskontinuitete. Parametri so pomembni pri klasifikaciji hribine, na podlagi katerih ocenimo trdnost in deformabilnost hribine na samem terenu. Predstavlja pomemben del inženirsko geoloških popisov izdankov in izkopnih čel, v Sloveniji sta se najbolj uveljavila sistema RMR – Rock Mass Rating (Bieniawski, 1989) ter orodje GSI – Geological Strength Index (Hoek, 1994).

Več kot ena litološka enota, ki izkazuje različne lastnosti, predstavlja zapleten geotehnični problem, saj zaradi anizotropnega obnašanja, nesorazmerno naraščata tako inženirska negotovost kot tveganje. Tudi klasifikacija heterogenih hribin na podlagi sistema RMR ter dopoljnega orodja GSI za heterogene hribine (Marinos & Hoek,

2001), predstavljata poseben izziv.

Pri terenskem delu se inženirski geolog srečuje s težavami omejenega dostopa in časa za zbiranje ustreznega števila podatkov ter subjektivnega geološkega popisa. Slabosti so izrazitejšje pri heterogenih hribinah kot je fliš, značilen za zahodni del Slovenije. Z uveljavljanjem bližnjelikovne fotogrametrije in TLS na področju geološkega kartiranja so se odprle nove možnosti hitrega in natančnega zajema podatkov, ki delno omogočata tudi odpravo subjektivne analize geoloških lastnosti kamnin. Predstavljata velik potencial za karakterizacijo heterogenih hribin. Uporabnost TLS pri karakterizaciji heterogenih hribin smo preverjali na primeru eocenskega fliša SW Slovenije. Z razvojno-raziskovalno skupino NTg2 (New Technologies in Geomatics and Geomechanics) smo izvedli meritve s TLS, geološke popise ter detajlni litološki popis na izbranih lokacijah podzemnih in površinskih izkopov. TLS zagotavlja kalibrirano vrednost amplitude, ki opisuje lastnost moči prejetega signala, definirane kot razmerje dejansko zabeležene optične amplitude in pragom zaznavanja. Dobljene vrednosti intenzitete odboja laserskega žarka smo tako lažje korelirali z terensko določenimi litološkimi enotami fliša (Živec et al., 2018).

Z analizo vrednosti intenzitete odboja laserskega žarka, kot del metodologije litološke segmentacije posameznih litoloških enot v heterogeni hribini, bi lahko zanesljiveje definirali inženirsko-geološke lastnosti fliša ter jih primerjali z uveljavljenimi sistemi klasifikacije hribine. S tem bi pomembno prispevali k prepoznavanju in karakterizaciji heterogenih hribin za oceno geotehničnih lastnosti.

Literatura

Bieniawski, Z.T. 1989: Engineering Rock Mass Classifications: A Complete Manual for Engineers and Geologists in Mining, Civil, and Petroleum Engineering, A Wiley-Interscience publication. Wiley.

Hoek, E. 1994: Strength of rock and rock masses. ISRM News J., 2: 4-16.

Marinos, P. & Hoek, E. 2001: Estimating the geotechnical properties of heterogeneous rock masses such as flysch. Bull. Eng. Geol. Environ., 60: 85-92.

Živec, T., Anžur, A. & Verbovšek, T. 2018. Determination of rock type and moisture content in flysch using TLS intensity in the Elerji quarry (south-west Slovenia). Bulletin of Engineering Geology and Environment. doi:10.1007/s10064-018-1245-2.

Pomen razumevanja litoloških in strukturnih značilnosti vodonosnikov: primer kraškega vodonosnika doline Učje

Importance of understanding the lithological and structural characteristics of aquifers: case study of Učja Valley karstic aquifer, NW Slovenia

Petra Žvab Rožič¹, Ana Grkman², Timotej Verbovšek¹ & Boštjan Rožič¹

¹ Oddelek za geologijo, Aškerčeva 12, 1000 Ljubljana, Slovenija;

*petra.zvab@ntf.uni-lj.si,
timotej.verbovsek@ntf.uni-lj.si,
boštjan.rozic@ntf.uni-lj.si*

² Šutna 62, 1240 Kamnik, Slovenija;
ana.grkman@gmail.com

Podzemna voda predstavlja glavno zalogo pitne vode v Sloveniji, zelo pomembna pa je tudi za rabo v različnih gospodarskih panogah. Njena široka uporaba je posledica boljše kakovosti podzemnih vod v primerjavi s površinskimi vodami ter običajno tudi večja zanesljivost vodnega vira tudi v sušnih obdobjih. Kljub temu se zaradi podnebnih sprememb in generalno večje porabe vode količine podzemne vode zmanjšujejo, predvsem pa se pojavljajo daljša sušna obdobja, ki vplivajo na oskrbo s pitno vodo. Prav zaradi tega je trajnostna raba in s tem pravilno upravljanje s podzemnimi vodnimi toliko bolj pomembno. Za razumevanje in učinkovito načrtovanje upravljanja z vodami je ključno poznavanje tako naravnih značilnosti vodnega vira (geološke in strukturne razmere, klimatske značilnosti), kot tudi vpliva človeških dejavnosti na širšem območju, ki lahko pomembno vplivajo na količino in kakovost podzemne vode.

Da bi tudi v bodoče zagotovili dovolj kakovostne pitne vode, je potrebno že v naprej definirati potencialne rezervne vodne vire. V tem prispevku podajamo rezultate raziskav, ki so bile narejene v okviru ARRS podoktorskega projekta, kjer gre za analizo območja vodonosnika v dolini Učje, ki se deloma že uporablja kot vir pitne vode.

Z namenom izdelave konceptualnega modela vodonosnika in razumevanjem toka podzeme vode v njem, bo predstavljena detajna geološka in strukturna karta doline Učje. Definirane bodo glavne litološke in strukturne značilnosti, ki pomembno vplivajo na tok podzemne vode ter velikost in značilnosti napajalnega zaledja vodonosnika. Glede na to, da dolino seka cona Idrijskega preloma, ena največjih prelomnih struktur v južnoalpskem prostoru, je prav razumevanje vpliva značilnosti prelomnih con eden bistvenih faktorjev pri razumevanju raziskovanega območja. Posledično je tudi ugotavljanje ranljivosti tovrstnih kraških vodonosnikov zelo odvisno od prelomnih struktur.

Z namenom ugotavljanja dinamike podzemne vode na območju vodonosnika doline Učje, je bila določena mreža merilnih mest podzemne vode, kjer se izvaja monitoring fizikalno-kemijskih parametrov, geokemijske in izotopske sestave vode. Fizikalno-kemijski parametri (EC, T, pH) se

merijo mesečno, geokemijske in izotopske ($\delta^{18}\text{O}$, δD , $\delta^{13}\text{C}$ -DIC) analize pa sezonsko. Statistične analize in geokemično modeliranje rezultatov bodo podale razliko v geokemični sestavi podzemne vode v različnih hidroloških pogojih.

Poleg znanstvenega pomena rezultatov, je raziskava pomembna in uporabna tudi širše, predvsem pri načrtovanju rabe vodnega vira za oskrbo s pitno vodo ali rabo v gospodarstvu. Na podlagi rezultatov in njihove nadgradnje bo možno načrtovanje pravilne zaščite vodnega vira in trajnostne rabe za zagotavljanje ustreznega stanja vodnega vira.

Kako z inovativnimi metodami poučevati vsebine o mineralih in kamninah?

How to teach minerals and rocks contents using innovative teaching methods?

Petra Žvab Rožič¹, Tomislav Popit¹ & Rok Brajković²

¹ Oddelek za geologijo, Aškerčeva 12, 1000 Ljubljana, Slovenija;

petra.zvab@ntf.uni-lj.si

² Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

rok.brajkovic@geo-zs.si

Neposredno se cilji o poznavanju, nastanku in uporabi mineralov in kamnin v nacionalnih učnih načrtih pojavijo v 6. razredu OŠ, vendar sta pojma prisotna že precej prej pri obravnavanju vsebin o snoveh. Na podlagi analize vsebin trenutno veljavnih učbenikov in potreb po dodatnih razlagah geoloških tematik, smo pripravili program profesionalnega usposabljanja na temo inovativnega poučevanja vsebin o mineralih in fosilih, ki je bil uvrščen v Katalog programov nadaljnega izobraževanja in usposabljanja strokovnih delavcev v vzgoji in izobraževanju za šolsko leto 2017/2018 (MIZŠ, 2017). Namen tovrstnih izobraževanj je zagotavljati strokovno usposobljenost za poučevanje določenega predmeta ali strokovnega dela, podpirati profesionalni in strokovni razvoj strokovnega delavca in javnega zavoda ter razvijati sistem vzgoje in izobraževanja ter s tem povečevati njegove kvalitete in učinkovitost (ULRS, 64/2004). Programi so namenjeni izobraževanju in usposabljanju vseh strokovnih delavcev v vzgoji in izobraževanju.

Glavni cilj profesionalnega usposabljanja je bil s pomočjo uporabe učinkovitih didaktičnih metod predstaviti primer poučevanja tematik o mineralih in kamninah. Program obsega dva glavna sklopa: poučevanje vsebin v učilnici in poučevanje v naravi. V učilnici se udeleženci seznanijo z razvrstitvijo mineralov in kamnin, prilagojeno za uporabo v učnem procesu. S preprostimi preiskovalnimi tehnikami se naučijo določevati in prepoznavati minerale, prikazana je uporabnost mineralov v vsakdanjem življenju, s pomočjo dodatnih učil se naučijo določati in razvrščati kamnine v glavne skupine in razložiti možnosti njihove uporabe. Pri tem se uporabljajo učinkovite inovativne metode pouče-

vanja, ki jih učitelji lahko z ustreznimi prilagoditvami vključijo v učni proces na predmetni osnovnošolski stopnji in v srednjih šolah. Udeleženci pridobijo tudi znanja za ureitev osnovnih šolskih geoloških zbirk in možnost njihovega praktičnega vključevanja v učni proces. Pri poučevanju v naravi je predstavljena možnost vodenega učenja s strani učitelja (učenje po vnaprej pripravljenih lokacijah v naravi) in samostojnega učenja z vključevanjem igrifikacije oziroma elementov igre (Geolov). Velik poudarek je na samostojnem opazovanju kamnin in pojavov v naravi, skupinskem delu, vključeni pa so tudi elementi orientacije in vidik ohranjanja narave.

Program vključuje tudi tretji sklop, pripravo seminarske naloge. Pri tem udeleženci pod mentorstvom samostojno pripravijo dodatna učila, učne pripomočke, učne priprave ipd., ki jih kasneje lahko neposredno uporabijo pri svojem delu. Pri tem uporabijo inovativne pristope poučevanja temeljnih geoloških vsebin, kar pripomore k bolj poglobljenemu učenju in posledično tudi večji trajnosti znanja.

Literatura

Katalog programov nadaljnega izobraževanja in usposabljanja strokovnih delavcev v vzgoji in izobraževanju za šolsko leto 2017/2018. Ministrstvo RS za izobraževanje, znanost in šport, 2017. Internet: <https://paka3.mss.edus.si/katis/Katalogi/KATALOG1718.pdf> (17.5.2018)

Pravilnik o nadaljnjem izobraževanju in usposabljanju strokovnih delavcev v vzgoji in izobraževanju. Uradni list Republike Slovenije No. 64/2004. Internet: <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV5958> (17.5.2018)

Posterji/Posters

Analiza suše podzemne vode na primeru Dravsko-Ptujskega polja

Groundwater drought – case study on Dravsko - Ptujsko polje

Simona Adrinek¹ & Mihael Brenčič^{1,2}

¹ Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

simona.adrinek@gmail.com

² Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, Aškerčeva cesta 12, 1000 Ljubljana, Slovenija;

mihael.brencic@geo.ntf.uni-lj.si

Suša je pojav, ki v svetovnem merilu predstavlja vedno večji problem. Poznamo več vrst suše, med katerimi je najbolj raziskana tako imenovana meteorološka suša, med najslabše razumljenimi in poznanimi pa je suša podzemne vode. Z raziskavami suše podzemne vode se je hidrogeologija pričela intenzivneje ukvarjati šele v zadnjem desetletju, zato je objav na tem področju relativno malo. Tudi za območje Slovenije skorajda nimamo podatkov o suši podzemne vode.

Sušo v podzemni vodi je mogoče opredeliti s pomočjo statistične analize diagramov nihanja podzemne vode v posameznih opazovalnih vrtinah. Za analizo lahko uporabimo različne indekse in vrstilne statistike. Večina indeksov temelji na analizi ene spremenljivke, v primeru podzemne vode je to časovna vrsta nihanja gladine podzemne vode. Eden od primerov, ki temelji na zgornjem konceptu je indeks SGI – Standardizirani indeks podzemne vode (ang. *Standardized Groundwater Index*). Drug pristop, ki temelji na vrstilnih statistikah analizira podatke o nihanju gladine podzemne vode na decilnih vrednostih, ki opredeljujejo, kdaj so bile gladine podzemne vode najnižje.

Na primeru odprtega kvartarnega vodonosnika Dravsko-Ptujskega polja sem se glede na dobljene rezultate opredelila do hidroloških stanj primanjkljaja vode za posamezna merilna mesta in jih prikazala z ustreznimi kartami.

Pri analizi sušnih obdobj na Dravsko-Ptujskem polju se je izkazalo, da se obdobja s primanjkljajem podzemne vode med merilnimi mesti pojavljajo dokaj enakomerno, a se razlikujejo v intenziteti posameznega dogodka. Pri interpretaciji je pomembno dejstvo, da intenziteta ni odvisna od dolžine posameznega dogodka. Krajši dogodek je lahko veliko intenzivnejši kot dolgotrajnejši dogodek.

Merilna mesta, ki se nahajajo ob obrobju Pohorja imajo večjo amplitudo nihanja gladine podzemne vode, kar se odraža v bolj intenzivnih sušnih obdobjih, ki trajajo dlje časa. Na drugi strani imajo merilna mesta v osrednjem delu polja bolj dušeno nihanje, kar privede do manj intenzivnih dogodkov, ki so številčnejši. Pri tem je potrebno upoštevati, da lahko ima več manjših sušnih obdobj enako resne posledice kot daljša obdobja.

Microbiological and geochemical survey of mineral- and thermal waters of the westernmost part of the Pannonian Basin (SE Austria/NE Slovenia)

Mikrobiološka in geokemična raziskava mineralnih in termalnih voda zahodnega dela Panonskega bazena (JV Avstrija/SV Slovenija)

Mashal Alawi¹, Horst Kämpf², Maria Börger¹, Patryk Krauze¹, Andrej Voropaev³, Dirk Wagner^{1,4} & Nina Rman⁵

¹ GFZ German Research Center for Geosciences, Section Geomicrobiology, Telegrafenberg, 14473 Potsdam, Germany;

email@mashal-alawi.de

² GFZ German Research Center for Geosciences, Section Organic Geochemistry, Telegrafenberg, 14473 Potsdam, Germany

³ Hydroisotop GmbH, Woelkestr. 9, 85301 Schweitenkirchen, Germany

⁴ Institute for Earth and Environmental Sciences, University of Potsdam, Potsdam, Germany

⁵ Geological Survey of Slovenia, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenia

The Eastern Alps, the Carpathians and the Pannonian Basin (PB) system constitute an integral part of the Alpine orogenic system. The geodynamic evolution of the PB started with the extensional collapse of the orogen in the lower to middle Miocene, followed by an asthenospheric upwelling in the lower Pliocene and ended with the eruption of alkaline mafic lavas in the Pliocene and Quaternary. We aimed to survey the abundance and diversity of microorganisms in mineral and thermal waters of the westernmost part of the PB.

Additionally, the hydrogeochemical composition and isotope signatures of the free gas phases were analyzed. We sampled a broad variety of fluids from nine wells to better understand the influence of different environmental parameters such as temperature (between 12 °C and 105 °C), depths (between 0-2843 m) and the hydrochemical composition of the sampled waters (between 2.39 and 10.78 mS/cm) on the microbial communities. Six mineral and thermal waters in NE Slovenia (Radenci, Nuskova, Ivanjševci, Rogaška Slatina and Benedikt) and two thermal waters in SE Austria (Bad Blumau and Bad Radkersburg) were sampled.

Generally, the isotope signatures of the free gas phases indicate the subcontinental mantle to be the predominant origin of helium and CO₂ (highest ³He/⁴He ratios ~6.3 Ra, and δ¹³C of -3.5‰) (Bräuer et al., 2016). Microbial abundances estimated through qPCR ranged from 1.91 · 10¹ gene copies L⁻¹ to 1.27 · 10⁶ gene copies L⁻¹. Surprisingly, archaea and bacteria were, in most cases, more abundant in the deep rather than in the shallow thermal aquifers. Illumina MiSeq 16S rRNA amplicon sequencing revealed that 30 genera occurred in at least 75% of the in-

vestigated waters and form the core community of these fluids. Accordingly to their respective environmental conditions, many waters showed a very distinct community composition. Salinity, pH, iron concentration, temperature and screen depth showed a strong impact on the population structures, and explained 27% of the microbial distribution patterns. Therefore, not considered environmental characteristics and complex interactions within the microbial communities may contribute to a large extend to the distinct microbial population structures. Interestingly, the microbial diversity was for most sites higher in the deep aquifers than in the shallow ones. Presumably, more ecological niches in the deep than in the shallow aquifers are available.

This comprehensive and multifaceted study enhances our understanding of microbial processes in the deep biosphere and the influence of the environmental factors on distribution and composition of the microbial communities. The results will help to understand geo-bio interactions in natural and engineered subsurface systems, also where microbial induced corrosion and enhanced precipitation processes can negatively affect reliability and economy of the facility.

References

Bräuer, K., Geissler, W.H., Kämpf, H., Niedermann, S. & Rman, N. 2016: Helium and carbon isotope signatures of gas exhalations in the westernmost part of the Pannonian Basin (SE Austria/NE Slovenia): Evidence for active lithospheric mantle degassing. *Chemical Geology*, 422: 60-70, doi:10.1016/j.chemgeo.2015.12.016.

Podatkovna baza in karta aktivnih prelomov in potresnih virov v Sloveniji

Database and map of active faults and seismic sources in Slovenia

**Jure Atanackov¹, Petra Jamšek Rupnik¹,
Bogomir Celarc¹, Matevž Novak¹, Anže Markelj¹,
Blaž Milanič¹, Jernej Jež¹, Polona Zupančič²,
Barbara Šket-Motnikar², Martina Čarman²,
Mladen Živčič² & Andrej Gosar²**

¹ Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

jure.atanackov@geo-zs.si

² Agencija republike Slovenije za okolje, Urad za seizmologijo, Vojkova 1b, 1000 Ljubljana, Slovenija

Po skoraj dveh desetletjih je za območje Slovenije v pripravi nova karta potresne nevarnosti. Nova karta bo pripravljena na podlagi najsodobnejših metodologij, katerih glavna prednost in razlika z obstoječo karto je upoštevanje geoloških vnosov za dopolnitev zgodovinskih in instrumentalnih zapisov potresne aktivnosti za podaljšanje razpona na časovna merila povratnih dob potresov,

značilnih za potresno zmerno aktivna področja kot je Slovenija. Izračun potresne nevarnosti bo verjetnosten. Osnovna vnosa sta geološki in seizmološki. Geološki vnos, posebej izdelan v okviru tega projekta, predstavljata podatkovni bazi ploskovnih in prelomnih potresnih virov; slednja je osnovana na novi karti aktivnih prelomov.

Pri izdelavi karte aktivnih prelomov smo upoštevali vse znane aktivne, verjetno aktivne in potencialno aktivne prelome z dolžino površinske sledi 5 km ali več. Kot aktivni se smatrajo prelomi, za katere obstajajo neposredni dokazi za aktivnost v kvartarju (zadnjih 2,6 Ma). Kot verjetno aktivni se smatrajo prelomi, za katere obstajajo posredni dokazi za aktivnost v kvartarju. Kot potencialno aktivni se smatrajo prelomi, ki so v strukturni povezavi z drugim aktivnim prelomom, ali pa je na njegovo aktivnost mogoče sklepati iz njegove geometrije. Za vse prelome smo na podlagi kritične sinteze vseh dostopnih geoloških, geodinamskih, geodetskih, geofizikalnih in seizmoloških podatkov določili seizmotektonske parametre. Parametrizacijo posameznega preloma oz. segmenta smo naredili v skladu z opisnim obrazcem baze DISS. Parametrizirani so vsi aktivni, verjetno aktivni in potencialno aktivni prelomi, za katere je na podlagi empiričnih enačb ocenjeno, da so zmožni generirati potres z magnitudo $M > 5.5$ (dolžina > 5 km). Podatkovno bazo sestavljajo: karta aktivnih prelomov, parametrizacijska tabela in tolmač. Vsak parameter je argumentirano opisan za vse prelome v parametrizacijski tabeli in njenem tolmaču. V parametrizacijski tabeli so opredeljeni tudi kvaliteta in viri ocene parametrov. Podatkovna baza aktivnih prelomov vsebuje 97 prelomov s skupaj 242 segmenti.

Na podlagi karte aktivnih prelomov smo izdelali karto prelomnih potresnih virov. Na območju Slovenije smo prelomne potresne vire definirali po metodi sestavljenih potresnih virov (*Composite seismic sources*). Za upoštevanje vpliva potresnih virov v tujini smo v bazo potresnih virov vključili tudi vse večje prelomne potresne vire v 100 km obmejnem pasu. Končna podatkovna baza prelomnih potresnih virov vsebuje le vire, ki so zmožni generirati potrese z $M > 6$. Vsi obravnavani šibkejši viri so bili interpretirani kot spremljajoči viri, vezani na močnejše vire, ali pa so bili združeni z drugim šibkejšim virom. Ploskovne potresne vire smo definirali po strukturnih domenah: območjih, kjer je stil deformacije relativno homogen oz. območjih, ki spadajo v isti sistem prelomov. Ploskovni viri so ločeni na območjih, kjer se spremenijo nekateri ali vsi geometrijski, strukturni ali kinematski parametri.

From (Neo)Tethys to Peritethys: the role of the Priabonian index species *Nummulites fabianii* from NE Slovenia and N Croatia

Od Neotetide do Peritetide: vloga vodilne vrste *Nummulites fabianii* v priaboniju iz SV Slovenije in S Hrvaške

Vlasta Čosović¹ & Katica Drobne²

¹ Department of Geology, Faculty of Science,
Horvatovac 102a, 10000 Zagreb, Croatia;
vcosovic@geol.pmf.hr

² ZRC SAZU, Novi trg 3, 1000 Ljubljana, Slovenia
katica.drobne@zrc-sazu.si

The late Eocene depositional history of the NE Slovenia and N Croatia, an intermountain archipelago between Western Alps and Dinarides, documents a unique paleogeographic position a "junction" between the epicontinental Peritethys, a predecessor sea of Paratethys and Central Tethys. Those few studies about the role of Periadriatic tectonic zone as a seaway or migration route are results of studies of larger benthic foraminifera (LBF) from sections stretching from Mt Lessini in N Italy via Slovenia and Croatia to Bukk Mts. (Hungary) in a frame of UNESCO IGCP 393 project.

The Priabonian attribution of deposits in four sections – Povlak, Šuštarica, Ravna gora and Višnjica (Čosović et al., 2000a, b; Drobne et al., 2000a, b) is based on foraminifera (LBF and planktonic) and coccolithophorids. The carbonate platform setting (part of (Neo)Tethys system), characterized by euphotic to mesophotic, oligotrophic conditions with, locally developed algal/sea grasses bottom, harbored diversified LBF assemblage of *Nummulites fabianii* (index species of the SBZ 19; Serra-Kiel et al., 1998), *Glomalveolina ungaroi*, *Pellatispira madaraszi*, *Halkyadria minima*, *Sphaerogypsina globula*, *S. carteri*, *N. retiatius*, *N. incrassatus*, *Assilina gomezi*, *A. alpina*, *Discocyclina radians*, *D. dispansa*, *Asterocyclina* sp.). The abundances and diversity of corals (solitary and massive colonial) and red algae confirmed that.

In solving paleogeographic role of the area, a presence of reticulate *Nummulites*, a distinctive group frequently used in biostratigraphy is important. The relative proportion of the inflate morphologies of *N. fabianii* test with diameter to thickness (D/T) ratio from 1.1 to 1.5 and flat tests of *N. retiatius* with D/T ratio from 2.1 to 3.0 indicates different hydrodynamic conditions. Various platform settings, including the outer one recognized by greater proportion of flat nummulitids, parallel-oriented thin discocyclinids and surface dwelling planktonic, sustained foraminiferal migration and thus possible communication between two regions.

References

Čosović, V., Drobne, K., Šikić, L. & Turnšek, D. 2000a: Višnjica section. In: Bassi, D. (ed.), Field trip guide, Shallow water

benthic communities in the Middle-Upper Eocene boundary, Southern and North-Eastern Italy, Slovenia, Croatia and Hungary. Annali dell'Università di Ferrara, 8 (suppl.): 140-141.

Čosović, V., Šimunić, A., Drobne, K. & Turnšek, D. 2000b: Ravna gora section. In: Bassi, D. (ed.), Field trip guide, Shallow water benthic communities in the Middle-Upper Eocene boundary, Southern and North-Eastern Italy, Slovenia, Croatia and Hungary. Annali dell'Università di Ferrara, 8 (suppl.): 141-147.

Drobne, K., Čosović, V., Turnšek, D. & Pavlovec, R. 2000a: Šuštarica section. In: Bassi, D. (ed.), Field trip guide, Shallow water benthic communities in the Middle-Upper Eocene boundary, Southern and North-Eastern Italy, Slovenia, Croatia and Hungary. Annali dell'Università di Ferrara, 8 (suppl.): 129-133.

Drobne, K., Turnšek, D. & Čosović, V. 2000: Stop 2 and 3: Povlak. In: Bassi, D. (ed.), Field trip guide, Shallow water benthic communities in the Middle-Upper Eocene boundary, Southern and North-Eastern Italy, Slovenia, Croatia and Hungary. Annali dell'Università di Ferrara, 8 (suppl.): 107-114.

Serra-Kiel, J., Hottinger, L., Caus, E., Drobne, K., Ferrandez, C., Jauhri, A.K., Less, G., Pavlovec, R., Pignatti, J., Samso, J.M., Schaub, H., Sirel, E., Strougo, A., Tambareau, Y., Tosquella, J. & Zakrevskaya, L. 1998: Larger foraminiferal biostratigraphy of the Tethyan Paleocene and Eocene. Bull. Soc. Géol. Fr., 169: 281-299.

Projekt RESEERVE – mineralni potencial JV Evrope

RESEERVE Project - mineral potential of SEE region

Matej Draksler, Duška Rokavec, Urška Šolc & Tina Zajc Benda

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

matej.draksler@geo-zs.si

Primarne in sekundarne mineralne surovine so strateškega pomena za EU. Večina držav EU je že del panevropske mreže o nahajališčih mineralnih surovin. Ta omogoča dostop do organiziranih evropskih podatkov o primarnih in sekundarnih mineralnih surovinah. Zahodni Balkan predstavlja vrzel v tej mreži.

Projektni cilji:

- Vzpostavljen Register primarnih in sekundarnih mineralnih surovin držav Zahodnega Balkana in sicer za Hrvaško, BiH, Srbijo, Črno goro, Makedonijo in Albanijo, ki trenutno niso vključene v obstoječe podatkovne platforme.
- Vzpostavljena partnerska skupnost, preko katere bodo določene že obstoječe in še potrebne informacije o primarnih in sekundarnih surovinah v navedenih državah.
- Izboljšane zmogljivosti za upravljanje z mineralnimi surovinami na nacionalnem nivoju.
- Zagotovljene ustrezne informacije o mineralnih surovinah za evropsko industrijo, da bi le-ta razširila svoje

poslovno delovanje in investicije tudi v države Zahodnega Balkana.

- Razširjeno znanje partnerjev skupnosti inovacij in znanja EIT RawMaterials v države Zahodnega Balkana z namenom razvoja novih trgov za sodobne tehnologije, ustvarjanja priložnosti za zagonska, mala in srednje velika podjetja ter ustvarjanja novih delovnih mest in dodane vrednosti na področju mineralnih surovin.

Uporaba velike strižne celice v geotehnični praksi

The use of large-scale shear cell in a geotechnical practice

Karmen Fifer Bizjak, Andraž Geršak & Stanislav Lenart

Zavod za gradbeništvo Slovenije, Dimičeva ul. 12,
1000 Ljubljana, Slovenija;
karmen.fifer@zag.si,
andraz.gersak@zag.si,
stanislav.lenart@zag.si

Direktna strižna preiskava je ena najbolj pogostih in uporabljenih laboratorijskih preiskav v geotehnikih. Z njeno izvedbo dobimo na razmeroma preprost način podatke o efektivni strižni trdnosti zemljine. Ti so potrebni predvsem kot vhodni podatek za stabilnostno analizo. Velikost največjega zrna v preizkušancu, namenjenemu direktni strižni preiskavi, ne sme preseči 1/5 njegove višine. V primeru običajnih dimenzij laboratorijskih aparatov je velikost zrn tako omejena na nekaj milimetrov. To pomeni, da debelo zrnatih materialov z maksimalnimi zrni med 16 in 32 mm, ki se običajno uporabljajo za izvedbo različnih zasipov, nasipov, nosilnih plasti prometnic, ipd., v njih ne moremo preizkušati. V ta namen se uporabljajo aparati za direktni strig večjih dimenzij, kjer je širina kvadratnega preizkušanca običajno več kot 300 mm. Eden takšnih aparatov je bil skonstruiran na Zavodu za gradbeništvo Slovenije. Z njim smo poleg nevezanih grobozrnatih materialov preizkušali tudi strižne karakteristike razpokane kamnine.

Strižno obnašanje celotnega kamnitega masiva je odvisno od razpoka in njihovih strižnih lastnosti. Če želimo razumeti mehansko obnašanje kamnitega masiva, je potrebno preiskati strižne trdnostne karakteristike vsakega sistema razpok. Namen posterja je predstavitev uporabe velike strižne celice za testiranje razpok v kamnini. Preiskave v strižni celici se dopolnjujejo z rezultati laserskega skeniranja. Z rezultati laserskega skeniranja želimo ugotoviti povezavo med hrapavostjo površine in strižno trdnostjo razpoke. Z eksperimentalno določenimi enačbami, za določen tip kamnine, bi lahko bistveno olajšali določitev strižnih karakteristik razpokane kamnine brez izvajanja dolgotrajnih in zahtevnih strižnih preiskav.

Literatura

Barton, N. & Choubey V. 1977: The shear strength of rock jo-

ints in theory and practice. *Rock Mech*, 10/1–2: 1–54.

Grasselli, G. 2006: Shear Strength of Rock Joints Based on Quantified Surface Description. *Rock Mechanics and Rock Engineering*, 39/ 4: 295–314, doi:10.1007/s00603-006-0100-0.

Pellet, F. L., Keshavarz, M. & Boulon, M. 2013: Influence of humidity conditions on shear strength of clay rock discontinuities. *Engineering Geology*, 157: 33–38.

Tang, Z. C., Liu, Q. S. & Huang, J. H. 2014: New criterion for rock joints based on three-dimensional roughness parameters. *Journal of Central South University*, 21/12: 4653–4659, doi:10.1007/s11771-014-2473-7.

Tang, Z. C. & Wong, L. N. Y. 2015: New Criterion for Evaluating the Peak Shear Strength of Rock Joints Under Different Contact States. *Rock Mechanics and Rock Engineering*, 49/4: 1191–1199, doi:10.1007/s00603-015-0811-1.

Xia C. C., Tang Z. C., Xiao W. M. & Song Y.L. 2013: New Peak Shear Strength Criterion of Rock Joints Based on Quantified Surface Description. *Rock Mechanics and Rock Engineering*, 47/2: 387–400, doi:10.1007/s00603-013-0395-6.

Analysis of pumping test data under different conditions

Analiza podatkov črpalnih poskusov v različnih pogojih

Elena Filimonova & Iliya Chiganov

Geology Faculty, Moscow State University, Leninskie Gory,
GSP-1, 119991 Moscow, Russia;
ea.filimonova@yandex.ru

Pumping test is field experiment typically used to assess aquifer parameters, surface-groundwater interrelation, and relationship between adjacent aquifers. The reliability and adequacy of pumping test results depend on proper diagnostic of obtained data (Maksimova & Shtengelov, 2003; Shtengelov et al., 2017).

Several issues related to interpretation of pumping tests performed in the talik zone in the Ob floodplane are discussed below. Shallow aquifer comprises of Quaternary sand with cobble and gravel and is disposed in hydrogenous talik zone. Aquifer is confined-unconfined due to seasonal frozen upper layer, so during summer period aquifer is unconfined and in winter it is confined.

Pumping test was carried out during 9 days including drawdown and recovery of groundwater levels. Well field consists of one pumping and 4 observation wells located parallel and perpendicular to the river bank along and across river. Interpretation of pumping test results is complicated, due to the influence of different boundary conditions: impermeable boundary, created by permafrost rock mass, recharge from the river Ob, and seasonal-frozen layer, forming confined-unconfined conditions.

Six parts of drawdown curve were defined according pattern of groundwater levels decreasing. The first section is initial part of pumping and it is characterized by

unsteady decreasing of groundwater levels. The second one is approximated by straight line is described by Jacob equation (Borevskiy et al., 1979). The third part is also could be approximated by straight line, but angle of slope is bigger, caused by influence of recharging boundaries or transiting from confined to unconfined condition. During the next phase the drawdown is negligible (section #4), this false-steady state period could be explained by rebuilding of aquifer storage. The influence confined-unconfined conditions is also indicated by next part of drawdown curve (#5), which has similar angle of straight line to section #3, but value of aquifer storage is more than 10 times larger. The last part of drawdown curve (section #6) is characterized by steady-state conditions due to recharge from the river Ob. The interesting thing is hysteresis, obtained on the Figure of downing and recovering groundwater levels, associated with rebuilding of aquifer storage.

To analyze influence of different boundary conditions on groundwater level drawdown during the pumping test, numerical model MODFLOW was used. The rebuilding of aquifer storage was investigated, false-steady state period on the drawdown curve was created by transition from confined to unconfined conditions, which caused short-term compensation of pumping rate.

The initial period without boundary influence is very short (sections #1 and 2 on drawdown curve), its duration about 10-15 minutes for different observation wells. The aquifer transmissivity and storage coefficient, estimated by application of Jacob equation to section #2 of drawdown curve, corresponds to model results, to obtained the value of specific yield the section #5 should be used.

References

- Borevskiy, B.V., Samsonov, B.G. & Yazvin, L.S. 1979: Methods of aquifer parameter estimation by pumping test data. M. Nedra: 328 pp.
- Maksimova, E.S. & Shtengelov, R.S. 2003: Diagnostics and interpretation of groundwater inflow testing of striplike water beds, in Problems of Hydrogeology in the XXI Century: Science and Education, Moscow: Ross. Univ. Druzhby Narodov: 325-341.
- Shtengelov, R. S., Filimonova, E.A. & Shubin, I.S. 2017: Analysis of multiwell pumping tests in a confined aquifer under variations in the production rate and atmospheric pressure. Moscow University Geology Bulletin, 72/4: 279-289, doi:10.3103/S0145875217040068.

The challenges of performing investigations and result analysis combined by a 3D geological model for the new Karavanke tunnel tube

Izzivi pri izvedbah raziskav in analizi rezultatov v povezavi s 3D geološkim modelom za novo predorsko cev predora Karavanke

Julija Fux¹ & Tina Živec²

¹ Elea iC d.o.o., Dunajska 21, 1000 Ljubljana, Slovenia;
julija.fux@elea.si

² University of Ljubljana, Faculty of Natural Sciences and Engineering, Department of Geology, Privoz 11, 1000 Ljubljana, Slovenia;
tina.zivec@ntf.uni-lj.si

The Karavanke tunnel crosses the mountain range on the border between Slovenia and Austria. Due to its complex geological structure, an extensive field and laboratory investigation program for the excavation of the new tunnel tube has been performed in 2016. The challenges were both in organisation and due to the difficult geological conditions. For better understanding of the geological ground conditions, a 3D geological model has been built not only for visualisation, but also for further analyses and for the tunnel support design. Consequently, wide spread geological conditions along the new tunnel tube have been confirmed.

Geološki model podlage aluvialnega vodonosnika vzhodnega dela Krške kotline

The geological model of the alluvial-aquifer base in the eastern part of the Krško basin, southeastern Slovenia

David Gerčar, Andrej Lapanje, Dejan Šram & Janko Urbanc

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;
david.gercar@geo-zs.si

Območje raziskav se nahaja na Krško-Brežiškem polju (JV Slovenija), na vzhodnem delu Krške kotline, ki jo na jugu omejujejo Gorjanci, na severu pa Krško in Bizeljsko hribovje. Krška kotlina poteka vzdolž Krške sinklinale v kateri so deformirane predterciarne, neogenske in kvartarne sedimentne kamnine in sedimenti (Placer, 1999; Poljak, 2017). Predterciarna podlaga, ki jo sestavljajo predvsem triasne karbonatne in kredne karbonatno-siliciklastične kamnine, se na območju Krške sinklinale nahaja do globine 1850 metrov (Gosar et al., 2005; Gosar, 2008; Rajh, et al., 2014; Poljak, 2017). Prekriva jih zaporedje miocenskih siliciklastičnih in karbonatno-siliciklastičnih kamnin, ki izdanja tudi na hribovitem obrobju Krške kotline. Najmlajši

sedimenti na območju raziskav so pliokvartarni in kvartarni aluvialni sedimenti, med katerimi prevladujeta prod in meljasti prod reke Save (Poljak, 2017). Ti sedimenti so medzrnski vodonosnik, ki je bil jedro naših raziskav.

Glavni vhodni podatki za izdelavo modela podlage kvartarnih sedimentov so bili geološki popisi približno 400 vrtin, iz katerih smo lahko določili globino in litologijo podlage vodonosnika. Mrežo točk s koordinatami posameznih vrtin smo vnesli v programsko orodje QGIS. Vsaka točka vsebuje podatke o vrsti vrtine, koti površja in koti podlage vodonosnika. Mrežo točk smo prostorsko interpolirali po metodi IDW (interpolacija prostorskih podatkov z metodo inverznih razdalj) in s tem dobili osnovni rastrski sloj tridimenzionalne podlage kvartarnega vodonosnika. Iz rastrskega sloja smo ustvarili izohipse površine podlage, ki smo jih zaradi nepravilnosti, predvsem na robovih, ročno uredili glede na osnovne zakone bočne zveznosti in izklinjanja tovrstnih rečnih sedimentacijskih sistemov. Preverili smo tudi, da modelirano dno vodonosnika ne seka plitvih vrtin, v katerih podlaga še ni bila dosežena. Urejene izohipse smo v programskem orodju ArcMAP interpolirali z algoritmom hidrološko pravilne prostorske interpolacije in dobili tridimenzionalni model podlage kvartarnega vodonosnika.

Aluvialno sedimentacijsko telo je debelo med 5 in 20 metri, sestavljajo ga kvartarni sedimenti reke Save, ki tvorijo več rečnih teras uvrščenih v aloformacijo Sava (Poljak, 2017). Podlago vodonosnika v večjem delu sestavljajo sedimentne kamnine srednje- do zgornjemiocenske starosti. V pasu med Drnovim in Gornjim Lenartom podlago vodonosnika sestavlja starejši in slabo prepustni meljasti do glinasti prod aloformacije Brezina, najverjetneje pliokvartarne ali zgodnje kvartarne starosti (Poljak, 2017).

Model podlage služi kot vhodni podatek pri hidravličnem modeliranju, pri določanju debelin omočenega dela vodonosnika v različnih vodnih stanjih in za izračune potencialne plitve geotermije.

Literatura

- Gosar, A., Komac, M. & Poljak, M. 2005: Strukturni model predterciarne podlage Krške kotline. *Geologija*, 48/1: 23-32, doi:10.5474/geologija.2005.004
- Gosar, A. 2008: Gravity modelling along seismic reflection profiles in the Krško basin (SE Slovenia). *Geologica Carpathica*, 39/2: 147-158
- Placer, L. 1999: Structural meaning of the Sava folds. *Geologija*, 41: 191-221, doi:10.5474/geologija.1998.012
- Poljak, M. 2017: Geološka karta vzhodnega dela Krške kotline 1 : 25.000. Ljubljana, Geološki zavod Slovenije.
- Rajh, G., Car, M. & Gosar, A. 2014: Electrical resistivity tomography investigations along the planned dykes of the HPP Brežice water accumulation basin. *Geologija*, 57/2: 183-192, doi:10.5474/geologija.2014.016.

The reputation of mining and exploration from an European perspective

Ugled geoloških raziskav in rudarjenja – evropska perspektiva

Javier Gómez¹, Juan Requejo¹, Virginia del Río¹, Ludger Benighaus², Marko Komac³, Sari Kauppi⁴ & Juha Kotilainen⁵

¹ AT Clave, s.l., Calle progreso 5, 41013 Seville, Spain; requejo@atclave.es, javier.gomez@atclave.es, virginia@atclave.es

² Dialogik Gemeinnützige Gesellschaft fuer Kommunikations- und Kooperationsforschung, mbH, Lerchenstraße 22, 70176 Stuttgart, Germany; benighaus@me.com

³ European Federation of Geologists, Rue Jenner 13, 1000 Brussels, Belgium; m.komac@telemach.net

⁴ Suomen Ympäristökeskus, Mechelininkatu 34a, 00251 Helsinki, Finland; Sari.Kauppi@ymparisto.fi

⁵ Ita-Suomen Yliopisto, Yliopistonranta 1e, 70211 Kuopio, Finland; jukoti@uef.fi

Factors related to public acceptance and the engagement with communities have become crucial in the mining sector and in mineral exploration, as a necessary prior phase of its development. This "social pillar" is especially relevant in populated regions, with post-industrial welfare states and environmentally sensitive communities, such as in most European countries. On the other hand, the EU is one of the world's major consumers of mineral raw materials and the demand is expected to rise considerably.

The EU H2020 INFAC project aims at contributing to raw materials security in the EU invigorating Europe as a destination for exploration. Aware of the relevance of public acceptance and engagement, the research team has included an innovative social approach with a set of activities aiming to structure a dialogue process among a variety of the stakeholders involved (scientists, industrial experts, environmental NGOs, local communities...).

One of the basic preliminary tasks for this aim will focus on the research of the key aspects regarding reputation and social acceptance of mining and exploration in Europe and abroad. The necessary linkage with regard the social perception of exploration and mining is taken into account in this research. Factors regarding public policies and regulation, public nuisance and social perception of risk, companies and technologies, extracted raw materials, local and regional socio-economic context, environmental issues, cultural, social and health factors or territorial integration of mining and exploration, will be analysed in the three INFAC reference regions (Finland, Germany and Spain) and also in mining leading countries, such as Canada or Australia.

Microtremor HVSR study in the town of Idrija (W Slovenia) performed to support seismic microzonation

Raziskave z metodo mikrotremorjev (HVSR) na območju Idrije izvedene v podporo potresni mikrorajonizaciji

Andrej Gosar^{1,2}

¹ Slovenian Environment Agency, Seismology Office, Vojkova 1b, 1000 Ljubljana, Slovenia; andrej.gosar@gov.si

² University of Ljubljana, Faculty of Natural Sciences and Engineering, Aškerčeva 12, 1000 Ljubljana, Slovenia

The town of Idrija is located in an area with an increased seismic hazard in W Slovenia and is partly built on alluvial sediments or artificial mining and smelting deposits which can amplify seismic ground motion. There is a need to prepare a comprehensive seismic microzonation in the near future to support seismic hazard and risk assessment. To study the applicability of the microtremor Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio (HVSR) method for this purpose, 70 free-field microtremor measurements were performed in a town area of 0.8 km² with 50-200 m spacing between the points. The HVSR analysis has shown that it is possible to derive the sediments' resonance frequency at 48 points. With the remaining one third of the measurements, nearly flat HVSR curves were obtained, indicating a small or negligible impedance contrast with the seismological bedrock. The iso-frequency (a range of 2.5-19.5 Hz) and the HVSR peak amplitude (a range of 3-6, with a few larger values) maps were prepared using the natural neighbour interpolation algorithm and compared with the geological map and the map of artificial deposits. Surprisingly no clear correlation was found between the distribution of resonance frequencies or peak amplitudes and the known extent of the supposed "soft" sediments or deposits. This can be explained by relatively well-compacted and rather stiff deposits and the complex geometry of sedimentary bodies. However, at several individual locations it was possible to correlate the shape and amplitude of the HVSR curve with the known geological structure and prominent site effects were established in different places. In given conditions (very limited free space and a high level of noise) it would be difficult to perform an active seismic refraction or MASW measurements to investigate the S-waves velocity profiles and the thickness of sediments in detail, which would be representative enough for microzonation purposes. The importance of the microtremor method is therefore even greater, because it enables a direct estimation of the resonance frequency without knowing the internal structure and physical properties of the shallow subsurface. The results of this study can be directly used in analyses of the possible occurrence of soil-structure resonance of individual buildings, including important cultural heritage mining and other structures protected

by UNESCO. Another application of the derived free-field iso-frequency map is to support soil classification according to the recent trends in building codes and to calibrate Vs profiles obtained from the microtremor array or geophysical measurements.

References

Gosar, A. 2017: Study on the applicability of the microtremor HVSR method to support seismic microzonation in the town of Idrija (W Slovenia). *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 17: 925-937.

Celovit podatkovni model za podporo trajnostnega upravljanja z mineralnimi surovinami

Integrated datamodel to support sustainable management of mineral resources in Slovenia

Katarina Hribnik

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija; katarina.hribnik@geo-zs.si

Mineralne surovine so dragoceno nacionalno premoženje vsake države, ker so vitalnega pomena za vsako moderno gospodarstvo. Izraz mineralne surovine zajema kovinske, nekovinske in energetske surovine. Poleg voda in gozdov so kot neobnovljivi naravni vir temelj obstoja in razvoja vsake družbe in civilizacije. Da bi zadostili potrebi po zagotavljanju mineralnih surovin, je nujno natančno poznavanje prostora in razpoložljivih mineralnih surovin. Prispevek prikazuje razvoj celovitega podatkovnega modela za trajnostno upravljanje z mineralnimi surovinami v Sloveniji. Na GeoZS smo razvili celovit podatkovni model, ki je obenem usklajen z evropsko direktivo INSPIRE o prostorskih podatkih. Direktiva INSPIRE ureja izhodišča za vzpostavitev evropske infrastrukture za podatke o prostoru in okolju v državah članicah. Za uspešno vzpostavitev le-te je ključnega in zavezujočega pomena, da sodelujejo vsi upravljavci baz prostorskih in okoljskih podatkov, tudi iz Slovenije. Geološki zavod Slovenije (GeoZS) izvaja temeljne in aplikativne raziskave, ki obsegajo kabinetni študij, terensko delo (detajlno geološko kartiranje, spremljanje raziskovalnega vrtanja, rudarskih del in gradenj infrastrukturnih objektov, terenske meritve in vzorčenje), različne laboratorijske preiskave vzorcev ter interpretacijo zbranih podatkov. V okviru zadnje dejavnosti vzdržuje in posodablja nacionalno bazo nahajališč mineralnih surovin, katere podatkovni model je predmet prispevka. Z le-tem je zagotovljen učinkovitejši pregled nad stanjem in razpoložljivostjo mineralnih surovin in trajnostnim gospodarjenjem z njimi. Podatkovni model mineralnih surovin Slovenije obsega preko sto tabel in smiselno združuje vse relevantne informacije o mineralnih surovinah, kar v prihodnosti lahko učinkovito pripomore k manjši odvisnosti Slovenije od zunanega trga. Z razvitim podatkovnim modelom smo pridobili močno odločevalsko orodje

za ravnanje z mineralnimi surovinami in okoljem. Model izpolnjuje tudi potrebe ciljnih skupin uporabnikov, ki izvajajo politiko trajnostnega upravljanja z mineralnimi surovinami. Izdelani podatkovni model smo tudi celovito prekusili. Z anketo med ključnimi uporabniki smo ugotovili, da so v splošnem zadovoljni tako s kakovostjo podatkov kot tudi z razvito programsko rešitvijo.

Modeliranje aluvialnega vodonosnika Iškega vršaja in kraškega zaledja za namene upravljanja vodnega vira

Modelling Iška fan alluvial aquifer and karst catchment for water resource management purposes

Mitja Janža¹, Petra Meglič¹, Joerg Prestor¹,
Brigita Jamnik², Branka Bračič Železnik² &
Barbara Čenčur Curk³

¹ Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

mitja.janza@geo-zs.si

² JP Vodovod-Kanalizacija d.o.o., Vodovodna cesta 90, 1000 Ljubljana, Slovenija

³ Oddelek za geologijo, Naravoslovnotehniška fakulteta, Aškerčeva 12, 1000 Ljubljana, Slovenija

Vodonosni sistem na območju Ljubljanskega barja je pomemben vodni vir. Za namene oskrbe Ljubljane in okolice s pitno vodo je bila v osemdesetih letih prejšnjega stoletja na južnem robu Barja, na Iškem vršaju, zgrajena vodarna Brest. Vodarna se je v preteklosti in se še danes srečuje s številnimi izzivi, povezanimi s količinskim in kemijskim stanjem podzemne vode, ki omejujejo razvoj vodarne in doseganje prvotno načrtovanih količin črpanja, s tem pa vplivajo tudi na varnost oskrbe s pitno vodo.

Aluvialni vodonosnik na območju Iškega vršaja je sestavljen iz pleistocenskih in holocenskih rečnih in delno barjanskih sedimentov (Lapanje et al., 2014). Sestava zasipa je heterogena, med prodnimi in peščenimi plastmi se pojavljajo glineni in meljasti vložki, ki so neenakomerno porazdeljeni. Vodonosnik se površinsko napaja iz padavin in reke Iške. Zaradi kraških značilnosti zaledja ima reka Iška hudourniški značaj, ki se odraža v velikih nihanjih pretokov in napajanja aluvialnega vodonosnika. Poleg tega ima kraško zaledje tudi neposredni vpliv, saj se aluvialni vodonosnik napaja tudi neposredno iz podzemnih dotokov vode iz dolomitnega in apnenčevega vodonosnika v podlagi.

Razumevanje odnosa med aluvialnim in kraškim vodonosnim sistemom je eden ključnih pogojev za postavitev modelov, ki bodo služili kot orodje za pomoč pri določitvi ukrepov za izboljšanje kemijskega stanja podzemne vode (Internet 1) in določanju vpliva ekstremnih hidroloških razmer (visoke vode in sušna obdobja) na količinsko stanje podzemne vode na območju Iškega vršaja (Internet 2).

Literatura

Lapanje, A., Meglič, P., Mali, N., Jež, J., Novak, M., Jamšek Rupnik, P., Atanackov, J. & Celarc, B. 2014: Tolmač hidrogeološke karte pilotnega območja Iškega vršaja. Geološki zavod Slovenije, Ljubljana: 49 p.

Internet 1: Projekt AMIIGA: <http://www.interreg-central.eu/Content.Node/AMIIGA.html> (10.5. 2018)

Internet 2: Projekt CAMARO-D: <http://www.interreg-danube.eu/approved-projects/camaro-d> (10.5. 2018)

Projekt GIMS: integrirani geodetski sistem za opazovanje premikov

GIMS project: geodetic integrated monitoring system

Mateja Jemec Auflič¹, Eugenio Realini²,
Ismael Colomina³, Michele Crosetto⁴, Angelo Consoli⁵
& Sara Lucca⁶

¹ Geological Survey of Slovenia, Dimičeva ul. 14, Ljubljana, Slovenija;

mateja.jemec@geo-zs.si

² Geomatics Research & Development srl, Lomazzo, Italy;

eugenio.realini@g-red.eu

³ GeoNumerics, S. L., Castelldefels, Spain;

ismael.colomina@geonumerics.com

⁴ Centre Tecnològic de Telecomunicacions de Catalunya, Castelldefels, Spain;

michele.crosetto@cttc.cat

⁵ Saphyrion Sagl, Bioggio, Switzerland;

angelo.consoli@saphyrion.ch

⁶ Sviluppo Como – ComoNEXt SpA, Lomazzo, Italy;

lucca@comonext.it

Landslides pose a serious physical and environmental threat to communities living in landslide-prone areas. The observation of the Earth from space has found many uses in the natural sciences, but it is only in the last decades that technological advances have also extended to landslides. Satellite remote sensed data can be effective in support of detailed landslide inventories mapping, especially during prevention and disaster risk reduction phase, as well as during an emergency response phase, when the focus is on the rapid assessment of the extent of events, on the damages caused by the event, and on the current ground motion situation and its evolution.

The main objective of the GIMS project is to build and commercialize an advanced low-cost system based on EGNSS, Copernicus SAR and other in-situ sensors, like inertial measurement units, for the purpose of monitoring ground deformations with a focus on landslides and subsidence. The use of Galileo is currently limited due to the lack of a full constellation. However, with the recent acceleration in the availability of operational satellites, Galileo will quickly become fundamental to significantly enhance the positioning technique to solve a large number of geodetic monitoring problems, also on a sub-daily time span. As a consequence, one of GIMS ambitions is

the enhancement of the free and open source software goGPS for the exploitation of Galileo signals for geodetic monitoring. The cost has been also a limiting factor for InSAR, especially for the very high resolution imagery of the TerraSAR-X and CosmoSkyMed satellite. In this respect a GIMS ambition is the development of software for the exploitation of Copernicus Sentinel-1 SAR data combined with Galileo-derived ancillary information for geodetic monitoring. Another ambition is to develop a new cost-effective (<1000 €) EGNSS dual-frequency receiver. As baseline, a 2-channel receiver module will be built from scratch based on existing RF and BaseBand ICs. This seems the most appealing approach allowing low-cost and a lower development complexity with respect to other possibilities. The system will recover deformations with millimetric level accuracies and daily acquisition rate. Moreover the integration of in-situ accelerometers will give real-time alerts in case of sudden movements. Finally the low-cost infrastructure deployed for the landslide monitoring can be used as collector of environmental data for smart grids purposes. The observations of these three different monitoring techniques, namely EGNSS, SAR and accelerometers, are complementary in time and space and can be integrated to obtain a better understanding of the monitored processes and a more complete knowledge of the deformation phenomenon.

The project involves researchers and industrial developers from different fields: radiofrequency analysis and related hardware design, telecommunications, SAR and GNSS data analysis, accelerometers signal processing, geostatistics, geology. Significant effort will be put in the cooperation between different areas and in the interface between different products and technologies. The overall purpose of the GIMS project is to have detailed and timely knowledge of the ground motion behavior, focus on monitoring landslides in order to mitigate casualties and injuries to the population, and better plan maintenance intervention. Pilot tests will be conducted in the two selected sites in Slovenia, motorway of Vipava valley, Maccesnik landslide or Potoška planina landslide, respectively.

Strukturne, stratigrafske in kraške posebnosti vrtine T1-13/17 (drugi tir Divača–Koper)

Structural, stratigraphic and karstic characteristics of the T1-13/17 borehole (second track on the Divača - Koper railway line)

**Jernej Jež¹, Bogomir Celarc¹, Blaž Milanič¹,
Bogdan Jurkovšek¹ & Bojan Otoničar²**

¹ Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

jernej.jez@geo-zs.si

² Inštitut za raziskovanje kraska ZRC SAZU, Titov trg 2, 6230 Postojna, Slovenija;

otonicar@zrc-sazu.si

V sklopu druge faze geoloških raziskav za gradnjo drugega tira železniške proge med Divačo in Koprom je bilo izvedenih deset raziskovalnih vrtin. Med njimi tudi vrtina T1-13/17, ki je locirana na jugozahodnih pobočjih Velikega Gradišča (742 m) med vasema Vrhpolje in Gročana (Italija). Ustje vrtine je na nadmorski višini 595 m.

Glede na predhodne geološke raziskave in prognozi geološki prerez vzdolž trase smo na mestu vrtine pričakovali relativno enostavno litološko situacijo s flišnimi kamninami na površini, ki navzdol postopno preidejo v prehodne plasti, te pa v alveolinsko-numulitne apnenice (ANA), ki naj bi se nadaljevali do konca vrtine na 350 m nmv. Zaradi bližine sistemov subvertikalnih razpok, kartiranih na površini, je bilo pričakovati razpokane kamnine tudi v vrtini.

Zgornjih 30 m predstavlja pobočni sediment (koluvij) flišnih kamnin. Med 30,0 in 39,8 m je jedro zajelo apnenčev brečo, katere klasti pretežno pripadajo ANA (prehodni člen med prehodnimi plastmi in flišem). Do 38 metra je breča zakrasela, kraški žepi in razširjene razpoke pa zapolnjeni z meljasto glino oziroma glino. Pod brečo, od 39,8 do približno 48,0 m, sledi temno siv laporovec do lapor-nati apnenec, ki pripada prehodnim plastem. Med 45,0 in 50,20 m vrtina prečka kraško jamo, v celoti zapolnjeno z rumeno in rjavo meljasto glino s posameznimi manjšimi preperelimi kosi peščenjaka. Z glino zapolnjene razpoke se občasno pojavljajo do 77 m globine. Pod jamskim sedimentom, med 50,20 in 59,10 m, sledi bolj ali manj tektonsko razpokan ANA. Med 59,10 in 70,0 m se med ANA pojavi horizont temno sivih do rjavih apnencev in lapor-natih apnencev brez velikih foraminifer. Člen na podlagi litologije in stratigrafske lege interpretiramo kot del enote ANA. V nadaljevanju, od 70,0 m do konca (350 m), vrtina zajame debelo zaporedje ANA, ki ga večkrat prekinjajo jamski prostori. Odprta jama z 20 cm rdeče glin na dnu, se nahaja med 205,3 in 208,5 metri, glavni s sedimentom zapolnjen jamski prostor pa med 234 in 275 metri. Strop jame med 232 in 234 metrom predstavlja močno razpokana kamnina pomešana z glino, podobno tudi dno jame prepredajo razpoke, zapolnjene z jamskim sedimentom, kamnina pa je močno preperela (obeljena). Med 261,5 in 263,6 metrom prekinja jamske sedimente večji apnen-

čast blok oziroma rama jamske stene. Jamske sedimente predstavlja večinoma dokaj homogena, ponekod tudi laminirana rumenkasto-, redkeje rdečkasto-rjava glina z različno količino melja in ponekod posameznimi različno preperelimi klasti prikamnine. Večji jamski prostor se nahaja tudi na globini med 333 in 349 metrom, v sicer dokaj homogenem ANA.

Jamske sedimente je v jamo po vsej verjetnosti prinašala neka večja ponikalnica in jih v obdobju visokih vod odlagala v epifreatični coni. Glede na jamske prostore in z glino zapolnjene razširjene razpoke na podobnih višinah v dveh sosednjih vrtinah (T1-8 in T1-12/17), jame kilometrskih dolžin pa se nahajajo na podobnih nadmorskih višinah tudi nad približno 3,5 km oddaljeno dolino Glinščice, sklepamo, da obstaja velika verjetnost, da je na območju Velikega Gradišča, približno na nivoju okoli 350 m +/- nekaj 10 metrov nad morsko gladino, prisoten bolj ali manj zvezen horizont večjih jamskih prostorov.

Opisane pestre geološke razmere na območju vrtine, ki na podlagi predhodnih raziskav niso bile pričakovane, dokazujejo velik pomen strukturnega vrtanja in natančnega popisa jeder pri načrtovanju gradnje podzemnih objektov.

Sitarjevec, litijsko rudišče

Sitarjevec mine, Litija

Bogdan Jurkovšek¹, Tea Kolar-Jurkovšek² & Blaž Zarnik³

¹ Upokojeni znanstveni svetnik Geološkega zavoda Slovenije; geolog.bj@gmail.com

² Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija; tea.kolar@geo-zs.si

³ Občina Litija, Jerebova ulica 14, 1270 Litija, Slovenija

Litijsko rudišče na območju Sitarjevca spada med naša večja rudna ležišča, naselje Litija pa med najstarejša slovenska rudarska mesta. S ponovnim odprtjem izvoznega rova 3. decembra 2017 so se odprle nove turistično-izobraževalne možnosti in vstopna točka za cel niz inovativnih raziskovalnih postopkov v rudniškem podzemlju.

Litijsko rudno polje, s Sitarjcem v osrednjem delu, se razteza v nizu nagubanih kamnin Posavskega hribovja. Rudna telesa se pojavljajo v obliki žil v kamninah, ki so nastajale v poznem karbonu v ekvatorialnem pasu nekdanje Evroameriške floristične province.

V Sitarjcu so rudarili že Kelti in kasneje Rimljani. V srednjem veku so izkoriščali predvsem železovo rudo. Cvetočo dobo je rudnik dosegel v času Avstro-Ogrske monarhije, ko so poleg svinca, ki je bil osnovni produkt, pridobivali še živo srebro in barit. V najboljših časih pred prvo svetovno vojno je bil Sitarjevec celo najpomembnejši rudnik svinčeve in cinkove rude v Habsburški monarhiji.

Zaradi premajhnega vlaganja v raziskave, nerentabilnega

odkopavanja in niza tehničnih težav, povezanih predvsem z vdori vode, so dela v jami leta 1966 dokončno ustavili.

Hrib Sitarjevec je prepreden z okoli 40 km rovov. Rudna telesa so razpršena, najbogatejša ruda pa je vezana na več kot 40 strmo potekajočih rudnih žil. Žile barita so bile debele do 60 cm, galenitne in sfaleritne pa do 10 cm. Orudenje je verjetno nastalo ob koncu karbona, ko so se iz vročih raztopin izločali najprej sfalerit, kasneje halkopirit, nato galenit, ob njem pa še nekaj srebra. Za gospodarstvo sta bila pomembna še cinabarit in barit.

Med vsemi slovenskimi rudišči ima Sitarjevec posebno mesto, saj je bilo doslej v njem prepoznanih več kot 60 mineralov. Samorodno se pojavlja več prvin: baker, svinec, živo srebro in črvičasta oblika samorodnega svinca, ki spada med svetovne mineraloške posebnosti. Med minerali velja omeniti še cerusit, malahit in wulfenit. Med današnje znamenitosti v opuščeni rovih sitarjevškega rudnika pa spadajo zagotovo tudi hitro rastoči limonitni kapniki pestrih barv in oblik.

Integrated climate forcing and air pollution reduction in urban systems (ICARUS): Ljubljana case study

Celovit pristop za zmanjševanje klimatskih sprememb in onesnaževanje zraka v urbanih sistemih (ICARUS): primer mesta Ljubljana

Tjaša Kanduč¹, Davor Kontić¹, Janja Snoj Tratnik¹, David Kocman¹ & Johanna Amalia Robinson^{1,2}

¹ Jožef Stefan Institute, Jamova cesta 39, 1000, Ljubljana, Slovenia;

tjasa.kanduc@ijs.si,
davor.kontic@ijs.si,
janja.snoj.tratnik@ijs.si,
david.kocman@ijs.si

² Jožef Stefan International Postgraduate School, 1000 Ljubljana, Slovenia; johanna.robinson@ijs.si

ICARUS in an ongoing H2020 project that will develop innovative tools for urban impact assessment in support of air quality and climate change governance in the EU. The goal is to design and implement a set of win-win strategies to improve the air quality (AQ) and reduce the carbon footprint in European cities. The ICARUS methodology and toolkit will be applied in nine EU cities of variable size, socio-economic condition and history. Herein we present some preliminary results and activities for Ljubljana, Slovenia, which is one of the cities involved in the project.

In the frame of ICARUS project for Ljubljana city, spatially distributed activity-emission database was developed for year 2015 for the following twelve pollutants: BC, CH₄, CO, CO₂, N₂O, NH₃, NMVOC, NO_x, OC, PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂ related to the following major emission relevant sectors: 1) public electricity and heat production, 2) industrial com-

bustion, 3) transport (Logar et al., 2017). The emission database will serve as an input for AQ (Air Quality) models that will in turn enable testing of various scenarios for the reduction of emissions based on analyses of feasible measures to be implemented.

Complying the common selection criteria, the following policies and measures have been selected for further analysis. The attention is mainly on the main pollution parameters, i.e. NO_x , CO , CO_2 and PM_{10} which are related primarily to transport and household/building heating as well as energy use. In transport sector, the following measures are considered: increased share of walking, decreased use of personal cars, prohibition of heavy freight vehicles on the northern Ljubljana bypass, renovation of public passenger transport vehicle fleet (CNG, hybrid buses), utility vehicle fleet and city administration vehicle fleet and promotion of electromobility. Household heating and energy supply measures and policies include: increased utilization and expansion of district heating systems, increase in connecting facilities to the gas network, further encouragement of the replacement of existing combustion units with more means that are appropriate and increase in connecting facilities to the gas network (Tahir et al., 2011).

Social economic status (SES, e.g. gender, occupation, employment type, educational level, car ownership, education...) was evaluated for Ljubljana area in order to establish its relation with the air pollution situation. In the next steps physical-activity and air monitoring sensors will be used to evaluate exposure of citizens to air pollution in two upcoming sampling campaigns (summer and winter 2018). Along with the SES data, these results will serve as an input for agent-based modelling (ABM) (City Municipality of Ljubljana, 2013).

The authors would like to thank to the H2020 EC Grant agreement 690105 "ICARUS" for funding this research as well as to the Municipalities of the European cities which participate in this project, for their assistance in this work.

References

- City Municipality of Ljubljana (Mestna Občina Ljubljana): Statistical Yearbook Ljubljana 2013 (Statistični letopis Ljubljana 2013), Mestna uprava, Služba za razvojne projekte in investicije, Odsek za razvojne projekte, Referat za statistiko in analize, Ljubljana, p. 117 (in Slovenian).
- Logar, M., Rode, B., Verbič, J., Česen, M. & Majaron Mekinda, T. 2017: Informative Inventory Report Slovenia, p. 217.
- Tahir, A. J., Matičič, M., Vehovec, N., Medved, S., Vidrih, B. & Domjan, S. 2011: Lokalni energetske koncept Mestne Občine Ljubljana, Boson, p. 214 (in Slovenian).

Preliminary tritium isoscape of precipitation across the Adriatic-Pannonian realm

Preliminarna karta prostorske porazdelitve tritija v padavinah na območju med Jadranskim morjem in Panonsko nižino

Zoltán Kern¹, István Gábor Hatvani¹, Tjaša Kanduč², Marko Štrok², István Fórizs¹, László Palcsu³, Dániel Erdélyi⁴, Balázs Kohán⁵, Ines Krajcar Bronić⁶ & Polona Vreča²

¹ Institute for Geological and Geochemical Research, Research Centre for Astronomy and Earth Sciences, Hungarian Academy of Sciences, Budaörsi út 45, 1112 Budapest, Hungary;

*zoltan.kern@gmail.com,
hatvaniig@gmail.com,
forizs.istvan@csfk.mta.hu*

² Jožef Stefan Institute, Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana, Slovenia;

polona.vreca@ijs.si

³ Isotope Climatology and Environmental Research Centre (ICER), MTA ATOMKI, Bem tér 18/c, 4026 Debrecen, Hungary;

palcsu.laszlo@atomki.mta.hu

⁴ Centre for Environmental Sciences, Eötvös Loránd University, Pázmány Péter stny. 1/A, 1117 Budapest, Hungary;

danderdelyi@gmail.com

⁵ Dept. of Environmental and Landscape Geography, Eötvös University, Pázmány stny 1/C, 1117 Budapest, Hungary;

kohanb@caesar.elte.hu

⁶ Department of Experimental Physics, Ruđer Bošković Institute, Bijenička 54, 10000 Zagreb, Croatia;

krajcar@irb.hr

Tritium is an important natural tracer in the hydrological sciences. Measurements of the tritium activity of precipitation in the Adriatic-Pannonian region began in Vienna Hohe Warte in 1961, which is the longest continuously operating station in Central Europe. The dataset used in the present study is compiled of ~7500 monthly precipitation tritium activity values from 68 stations covering the period from Jan 1961 to Dec 2017. To maximize the spatiotemporal density of the data not only the Adriatic-Pannonian region, but the bordering areas were included in the analyses as well.

Changes in the availability of tritium data from the different stations outlined three time horizons with a relatively high abundance of data, i.e. early 1980s ($n \approx 15$), late 2000s ($n \approx 21$) and the 2010s ($n \approx 19$). Two years were chosen from each period for investigation where the station densities reached their maxima.

Variogram analysis was applied to the amount weighted annual averages of tritium activity. The results suggested a decrease in spatial representativity of the precipitation monitoring stations for the three time horizons (~500, ~400, ~300 km respectively), which might reflect the diminishing influence of broadly homogenous anthropogenic disturbance (i.e. global effect of bomb tests) on

natural tritium levels of precipitation. However, this hypothesis needs further verification, primarily by including additional stations and archived data.

Based on the preliminary evaluation at least 15 stations are required to derive a meaningful tritium isoscape for the Adriatic-Pannonian region. A further, almost trivial, requirement is that the stations should not be clustered instead well distributed over the region. As final products of the research, the annual precipitation tritium activities are mapped and presented as numerical data as well (1 km × 1 km grid) from the late 1970s to 2002 and after 2007 when the spatiotemporal data density was sufficient.

The obtained product will provide a spatially more accurate reference for infiltration modelling, hydrological residence/transit time estimation and for the campaigns related to water resource protection. Last but not least, an accurate picture of the normal spatial distribution of precipitation ^3H is of interest also due to the possible nuclear accidents.

Acknowledgements: This work was supported by the National Research, Development and Innovation Office; under Grant SNN118205; Slovenian Research Agency ARRS under Grants: N1-0054 and P1-0143, and the Ministry of Human Capacities under Grant NTP-NFTÖ-17-B-0028.

Hidrogeološko načrtovanje mestnega podzemlja – primer Šumi v Ljubljani

Hydrogeological planning of urban underground – case study of Šumi in Ljubljana

Matjaž Klasinc¹, Luka Serianz¹, Dejan Šram¹ & Janja Borec Merlak²

¹ Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

matjaz.klasinc@geo-zs.si,

luka.serianz@geo-zs.si,

dejan.sram@geo-zs.si

² KD Kvart d.o.o., Dunajska cesta 63, 1000 Ljubljana, Slovenija;

Posledica naraščanja števila prebivalstva in vedno večjega napredka družbe je širitev urbanih okolij v katerih danes živi približno polovica svetovnega prebivalstva (Internet 1) in tudi polovica prebivalstva Slovenije (Internet 2). V Ljubljani je z odlokom o občinskem prostorskem načrtu predvidena rast kakovosti in funkcionalnosti urbanega okolja ob upoštevanju varne oskrbe s pitno vodo in učinkovite rabe energije (MOL, 2018). Z geološkega vidika je zanimiva širitev mesta v globino pod površje. V središču Ljubljane, kjer je globlja gradnja vse bolj pogosta in smotrna, je načrtovan poslovno stanovanjski objekt Šumi, površine približno 40 m x 125 m, z desetimi etažami, od tega s štirimi vkopanimi pod površje. Objekt Šumi bo povezan s sosednjim objektom Garažna hiša Kongresni trg, ki je podobno vkopan pod površje, prav tako je načrtova-

na poglobitev sosednjega objekta SNG Drama 10 m pod površjem (Internet 3). Z izzivi se soočamo pri ugotavljanju in predstavitev hidrogeoloških razmer za umeščanje objektov, kot tudi pri ugotavljanju vplivov urbanizacije na naravne razmere.

Za namene izgradnje poslovno stanovanjskega objekta Šumi smo izvedli hidrogeološke raziskave katerih cilj je bil: opredeliti hidrogeološke razmere na območju nove gradnje, opredeliti možen vpliv objekta na vodonosnik Ljubljanskega polja ter preveriti možnost rabe podzemne vode za ogrevanje in hlajenje objekta. Pri poznavanju mestnega podzemlja so nam bili v veliko pomoč urejeni podatki v bazi vrtin, dosegljivi obstoječi hidrogeološki modeli, podatki podzemnih inštalacij ter izkušnje pridobljene pri gradnji in monitoringu sosednje garažne hiše Kongresni trg. Z raziskovalnim vrtanjem, izvedbo piezometrov in s črpalnimi preizkusi smo izboljšali poznavanje območja gradnje ter podali natančne podatke o gladini podzemne vode v različnih vodnih stanjih. Vpogled v meritve podzemne vode v realnem času smo preko spletnega portala omogočili tudi investitorju in projektantom. Potrdili smo nahajanje viseče podzemne vode na približni globini 6 m pod površjem, ki je pogojena z drobnozrnatimi plastmi deluvialnih nanosov. Pod temi sedimenti se na globini približno 16 m nahajajo aluvialne meljasto peščene mestoma sprijete plasti zasičene cone večinoma odprtega vodonosnika Ljubljanskega polja.

Na osnovi modeliranja in teoretičnih enačb smo podali oceno vpliva objekta na podzemno vode in dotokov podzemne vode v gradbeno jamo. Rezultati raziskav služijo za načrtovanje gradnje objekta, vključno z njegovimi dimenzijami.

Literatura

MOL (Mestna občina Ljubljana): Odlok o občinskem prostorskem načrtu Mestne občine Ljubljana – strateški del - *ne-uradno prečiščeno besedilo*. Internet: <https://www.ljubljana.si/assets/OPN-MOL/2010-78-4263-NPB9.pdf> (31.7.2018)

Internet 1: <https://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL.IN.ZS> (25.4.2018)

Internet 2: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Urban_Europe_-_statistics_on_cities,_towns_and_suburbs_-_executive_summary#Further_Eurostat_information (25.4.2018)

Internet 3: (Arhitekturni natečaj za izbiro najprimernejše rešitve in izbiro izdelovalca projektne dokumentacije za: Celovito prenovo SNG Drama Ljubljana): https://www.zaps.si/system/download.php?dir=141&file=Drama+-+A_B_natecajni+_pogoji.zip (31.7.2018)

Fizikalno-kemijske značilnosti vode kraškega vodonosnika v obdobju hidrološkega leta (Planinsko polje, JZ Slovenija)

Physico-chemical parameters of water of a karst aquifer during a hydrological year (Planinsko polje, SW Slovenia)

Blaž Kogovšek, Metka Petrič, Cyril Mayaud, Matej Blatnik, Nataša Ravbar, Janez Mulec & Franci Gabrovšek

ZRC SAZU Inštitut za raziskovanje krasi, Titov trg 2,
6230 Postojna, Slovenija;
blaz.kogovsek@zrc-sazu.si,
petric@zrc-sazu.si,
cyril.mayaud@zrc-sazu.si,
mblatnik@zrc-sazu.si,
natasa.ravbar@zrc-sazu.si,
janez.mulec@guest.arnes.si,
gabrovsek@zrc-sazu.si

Opazovanje fizikalno-kemijskih značilnosti vode je učinkovita metoda, pogosto uporabljena v hidrogeologiji. Kraški vodonosniki se hitro odzivajo na padavinske dogodke, lastnosti vode pa se ob tem hitro spreminjajo. Merjenje spreminjajočih se parametrov vode (električna prevodnost, temperatura, nivo/pretok) v kratkem časovnem intervalu in v različnih točkah kraškega sistema (izviri, ponikalnice, vodni tokovi v jamah in na površju) pripomore k boljšemu razumevanju njegovega delovanja. Zato se je v obdobju hidrološkega leta 2016–2017 izvedel monitoring v zaledju kraških izvirov na obrobju Planinskega polja v jugozahodni Sloveniji. Merilniki, ki na vsake pol ure samodejno merijo električno prevodnost, temperaturo in tlak, sestavljajo merilno mrežo 5 kraških izvirov (Unica, Malenščica, Rak, Kotlič, Škratovka), 4 ponorov (Pivka pred Postojnsko jamo, Rak pod Velikim naravnim mostom, Stržen pri Nartah, Cerkniščica pred Veliko Karlovico), 1 površinskega vodotoka (Pivka pri Trnju) in 5 jam z vodnim tokom (3 točke so v različnih delih Planinske jame, Matijeva jama ter Brezno v Kobilih grizah), v enakem intervalu pa se merijo tudi padavine na dveh padavinskih postajah, postavljenih v območju kraškega vodonosnika in njegovi okolici (v osrčju Javornikov in na Jakovici). Dodatno pomoč predstavlja padavinska postaja ARSO v Postojni. Prav tako so za pomoč pri določanju vodne bilance uporabljeni podatki 6 hidroloških postaj ARSO: Unica-Hasberg, Malenščica-Malni, Pivka-Postojnska jama, Pivka-Prestranek, Stržen-Dolenje jezero in Cerkniščica-Cerknica. Glavni cilj raziskave je analiza odziva kraškega vodonosnika na različne hidrološke razmere in ocena vpliva različnih tipov napajanja kraškega sistema. Predstavljeni so preliminarni rezultati enoletnega opazovanja. V času visokih voda je povezava med ponori in izviri očitna; prevladuje vpliv alo-genega napajanja vodonosnika. Ob nižjih vodostajih pa se lastnosti vode v ponorih, jamah in izviriha značilno razlikujejo in na osnovi primerjav med njimi smo ovrednotili razmerja med različnimi tipi in območji napajanja.

Uporaba rentgenske tomografske mikroskopije pri raziskavah konodontov in brahiopodov iz srednjega triasa Dinaridov

Use of x-ray tomographic microscopy in the study of conodonts and brachiopods from the Middle Triassic of the Dinarides

Tea Kolar-Jurkovšek¹ & Bogdan Jurkovšek²

¹ Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1001 Ljubljana, Slovenija;

tea.kolar@geo-zs.si

² Upokojeni znanstveni svetnik Geološkega zavoda Slovenije

Konodonti spadajo med najpomembnejše fosile za triasno biostratigrafijo. Posamezni konodonti elementi, ki se pojavljajo zlepljeni v klastre, predstavljajo pomemben vir informacij, ki so potrebne za razumevanje delovanja konodontnega aparata, nameščenega na prednjem delu prebavnega trakta konodontne živali. Zaradi zelo redkih najdb konodontnih klastrov je njihov študij še v raziskovalni fazi. Z naprednim razvojem novih tehnologij, še posebej tomografske mikroskopije, se možnosti za njihovo raziskovanje širijo.

Z uporabo rentgenske tomografske mikroskopije na sinhrotronu smo raziskali več klastrov vrste *Pseudofur-nishius murcianus* iz ladinjskih plasti v profilu Prikrnica v Sloveniji. Klastri predstavljajo pare elementov, ki so in vivo delovali skupaj. Tridimenzionalni modeli, pridobljeni iz tomografskih podatkov, so omogočili izoliranje posameznih elementov v klastru, in ti elementi so integrirani v funkcionalno enoto, ki predstavlja konodontni aparat.

Rentgenska mikrotomografija je omogočila tudi preučevanje notranjih značilnosti brahiopodov iz ladinjskih plasti na planini Svilaja (Hrvaška). Metoda je bila uporabljena v študiju oblik *Flabellocyrtia flabellulum*, *Thecocyrtella* sp. in Dispheniidae. Za vse tri skupine so bili rezultati raziskav različni. Pri analiziranih primerkih Dispheniidae je optična gostota različnih delov lupine različna, zato ni jasne meje med matriksom in lupino (na slikah CT lupine je prikazan kontinuiran prehod od sivega do belega tona), v nekaterih primerih ni bilo mogoče določiti, ali bela točka ustreza lupini brahiopoda ali matriksu. Pri vrstah *F. flabellulum* in *Thecocyrtella* sp. so bile optične gostote silicificiranih lupin in silicificiranega matriksa različne (na CT sliki je lupina siva in kamnina bela), zaradi česar je preseke v večini primerov enostavno razločiti.

Prednosti rentgenske tomografske metode sta predvsem njen nedestruktivni značaj in sposobnost pridobivanja serije prereзов iz ene fosilne enote. V primeru brahiopodov s Svilaje je rentgenska mikrotomografija edini način za raziskovanje notranje zgradbe, ker je s klasično metodo z acetatno folijo nemogoče narediti vrste presekov iz silicificiranega materiala, ki bi omogočali vpogled v notranjo strukturo lupine z rastnimi linijami in usmerjenostjo kristalov. Tudi v primeru konodontnih klastrov je rentgenska mikrotomografija edini način za raziskova-

nje medsebojne lege elementov. Analize konodontnih klastrov so bile opravljene na sinhrotronu z rentgensko tomografsko mikroskopijo (srXTM X02DA Tomcat) na Inštitutu Paul Scherrer (Villigen, Švica), analize notranjih struktur brahiopodov pa v NanoFun laboratoriju (Zeiss XRadia MicroXCT-200) na Inštitutu za paleobiologijo v Varšavi, Poljska.

Literatura

Halamski, A.T., Bitner, M.A., Kaim, A., Kolar-Jurkovšek, T. & Jurkovšek, B. 2015: Unusual brachiopod fauna from the Middle Triassic algal meadows of Mt. Svilaja (Outer Dinarides, Croatia). *Journal of Paleontology*, November: 1–23, doi:10.1017/jpa.2015.34.

Kolar-Jurkovšek, T., Martínez-Pérez, C., Jurkovšek, B. & Aljinović, D. 2018: New clusters of *Pseudofurnishius murcia-nus* from the Middle Triassic of Slovenia (Dinarides). Special Issue of the *Bulletin of American Paleontology* – v tisku.

Martínez-Pérez, C., Plasencia, P., Jones, D., Kolar-Jurkovšek, T., Sha, J., Botella, H. & Donoghue, P.C.J. 2014: There is no general model for occlusal kinematics in conodonts. *Lethaia*, 47/4: 547–555, doi:10.1111/let.12080.

Research progress on a distinct Cretaceous–Paleogene boundary event bed within the „Liburnia formation“ in Kras region (Pivka area, SW Slovenia)

Novi podatki o posebnem horizontu znotraj Liburnijske formacije na meji kreda-paleogen iz okolici Pivke (JZ Slovenija)

Tvrtko Korbar¹, Jernej Jež², Vlasta Čosović³, Ladislav Fuček¹ & Blanka Cvetko Tešović³

¹ Department of Geology, Croatian Geological Survey, Sachsova 2, 10000 Zagreb, Croatia; tkorbar@hgi-cgs.hr

² Geological Survey of Slovenia, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenia

³ Department of Geology, Faculty of Science, University of Zagreb, Horvatovac 102a, 10000 Zagreb, Croatia

Although the Cretaceous–Paleogene hiatus is a common feature of almost whole Adriatic Carbonate Platform s. str. (Korbar, 2009), there are at least two known exceptional sections in the SW part of the ACP that are characterized by a continuous K–Pg succession and by an unusual deposit at the K–Pg boundary that is interpreted as a major tsunamite related to the Chicxulub asteroid impact (Korbar et al., 2015, 2017a).

The Kras region is built predominantly of Cretaceous to Paleogene carbonates (Jurkovšek et al., 2016), and is a type locality of the Liburnian formation. The lower boundary is still not reported in details and that is why the succession is recently tentatively named as “Liburnia formation” (Jurkovšek et al., 2016), since the name is highly debated (Korbar, 2009).

At Pivka-Slavina section (PSL) in the middle part of the “Liburnia formation” we investigated unusual 4,80 m thick intercalation of a massive coarse-grained limestone characterized by very diverse polyspecific predominantly outer-ramp microfossils (Korbar et al., 2017b). Lower boundary of the intercalation is sharp, while the massive bioclastic-intraclastic bed is characterized by fining-upward succession and up to 60 cm thick mudcap containing complete valves and bioclasts of radiolitid and requieniid rudists bivalves, as well as Maastrichtian benthic foraminifera. The mudcap is overlain by approx. 0,5 cm thick brown soil horizon that is either infiltrated from the surface or represent a completely altered K–Pg boundary “clay” (Korbar et al., 2017a). Dark grey laminated mudstones directly overlay the soil horizon while ostracod mudstones and rare tiny benthic foraminifera characterize Paleocene part of the section.

References

Korbar, T. 2009: Orogenic evolution of the External Dinarides in the NE Adriatic region: A model constrained by tectonostratigraphy of Upper Cretaceous to Paleogene carbonates. *Earth-Science Reviews*, 96: 296–312.

Korbar, T., Montanari, A., Premec-Fuček, V., Fuček, L., Coccioni, R., McDonald, I., Claeys, P., Schulz, T. & Koeberl, C. 2015: Cretaceous–Paleogene boundary tsunami deposit in the intra-Tethyan Adriatic carbonate platform section of Hvar (Croatia). *GSA Bull.*, 127: 1666–1680.

Jurkovšek, B., Biolchi, S., Furlani, S., Kolar-Jurkovšek, T., Zini, L., Jež, J., Tunis, G., Bavec, M. & Cucchi, F. 2016: Geology of the Classical Karst Region (SW Slovenia–NE Italy). *Journal of Maps*, 12: 352–362.

Korbar, T., McDonald, I., Premec Fuček, V., Fuček, L. & Posilović, H. 2017a: Post-impact event bed (tsunamite) at the Cretaceous–Palaeogene boundary deposited on a distal carbonate platform interior. *Terra Nova*, 29: 135–143.

Korbar, T., Jež, J., Čosović, V., Fuček, L. & Cvetko Tešović, B. 2017b: Preliminary report on a distinct Cretaceous–Paleogene boundary event bed in the NW part of the Adriatic Carbonate Platform (Pivka area, Kras region, SW Slovenia). In: Montanari, A. & Koeberl, C. (eds), *GSA Penrose conference 2017., Abstract Book: 250 Million Years of Earth History in Central Italy: Celebrating 25 years of the Geological Observatory of Coldigioco*, September 25–29, 2017, Airolo, Marche Region, Italy: 54–55.

Vpliv kemijske sestave podzemne vode na delovanje toplotnih črpalk, primer Mestne občine Ljubljana

Impact of groundwater chemistry on the operation of heat pumps, case study of the City Municipality of Ljubljana

Katja Koren, Mitja Janža & Dejan Šram

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;
katja.koren@geo-zs.si

V zadnjih letih so vedno bolj izraziti učinki, ki ga ima povečana koncentracija toplogrednih plinov na podnebje. Evropska Unija si je zadala cilj, da zniža izpuste toplogrednih plinov do leta 2020 za 20 % glede na leto 1990. V skupnem deležu izpustov toplogrednih plinov ima v Sloveniji največji prispevek ogljikov dioksid (ARSO, 2018). Velika količina CO₂ izhaja iz gospodinjstev, predvsem zaradi ogrevanja bivalnih površin. Eden izmed možnih načinov doseganja zadanega cilja je tudi uporaba plive geotermalne energije, ki je lokalno razpoložljiv toplotni vir in ena ključnih tehnologij za zmanjšanje emisij, škodljivih za podnebje in kakovost zraka (GeoPLASMA-CE, 2018).

Geološki zavod Slovenije je vključen v projekt GeoPLASMA-CE, ki se izvaja v okviru programa Interreg Srednja Evropa, njegov cilj pa je spodbujanje rabe plitve geotermalne energije za ogrevanje in hlajenje objektov z uporabo toplotnih črpalk v Srednji Evropi. V prispevku je prikazano preučevanje vpliva kemijske sestave podzemne vode na delovanje toplotnih črpalk odprtih sistemov na primeru Mestne občine Ljubljana in posledično težav, s katerimi se soočajo uporabniki toplotnih črpalk na tem območju. Težave z delovanjem toplotnih črpalk se lahko pojavijo, če je voda korozivna ali se iz vode izločajo določeni minerali. Korozivno vodo nakazujejo naslednji kemijski parametri: nizka pH vrednost (manj kot 7), koncentracija raztopljenega kisika je večja od 2 mg/L, prisoten je vodikov sulfid, celotne raztopljene snovi so večje od 1000 mg/L, koncentracija CO₂ je večja od 50 mg/L in kloridov nad 500 mg/L (Driscoll, 1989). Parametri, ki kažejo na možnost obarjanja železovih ali manganovih mineralov iz vode pa so: visoka vrednost pH (nad 7,5), koncentracija raztopljenega železa večja od 0,25 mg/l oz. mangana večja od 0,2 mg/l (Driscoll, 1989).

Na območju Mestne občine Ljubljana sta dva vodonosnika, hidrodinamsko odprt vodonosnik Ljubljansko polje in hidrodinamsko polzaprt oz. zaprt vodonosnik Ljubljansko barje. Uporabniki toplotnih črpalk na območju Ljubljanskega polja načeloma nimajo težav z delovanjem toplotnih črpalk z odprtim sistemom, medtem ko se pri uporabnikih na območju Ljubljanskega barja pojavljajo težave zaradi obarjanja železovih mineralov iz vode, kar vpliva na učinkovitost delovanja toplotnih črpalk. V sklopu projekta je bilo izvedeno vzorčenje podzemne vode na območju Ljubljanskega barja. Ob enkratnem vzorčenju

so bili odvzeti vzorci podzemne vode iz štirih opazovalnih vrtin in na pipah osmih toplotnih črpalk (odprti sistem). Opravljene so bile kemijske analize osnovnih kemijskih parametrov ter železa in mangana v podzemni vodi. Na podlagi izvedenih raziskav bo opredeljeno območje, kjer obstaja tveganje za ustrezno delovanje toplotnih črpalk z odprtim sistemom, ki je posledica neugodne kemijske sestave podzemne vode.

Literatura

- Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO). 2018: Toplogredni plini. Internet: http://okolje.arso.gov.si/onesnazevanje_zraka/vsebine/toplogredni-plini (25.4.2018)
Driscoll, F. G. 1989: Groundwater and wells. Johnson Filtration System Inc., St. Paul, Minnesota: 1089 p.
GeoPLASMA-CE. 2018: Mission and vision. Internet: <http://www.interreg-central.eu/Content.Node/GeoPLASMA-CE.html> (25.4.2018)

Transportni parametri izbranih onesnaževal v nezasičeni coni

Transport parameters of selected pollutants in an unsaturated zone

Anja Koroša¹, Nina Mali¹ & Mihael Brenčič^{1,2}

¹ Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;
anja.korosa@geo-zs.si,
nina.mali@geo-zs.si

² Oddelek za geologijo, Aškerčeva 12, 1000 Ljubljana, Slovenija;
mihael.brencic@geo.ntf.uni-lj.si

Novodobna organska onesnaževala (*emerging organic compounds* – EOC) so pomemben dejavnik onesnaževanja okolja. Za veliko število EOC so transportni procesi v vodonosniku, tako v nezasičeni kot zasičeni coni, slabo poznani. Ena od skupin EOC so farmacevtske učinkovine (ostanki zdravil). Prisotnost, razgradnja in transport teh snovi so še velika neznanka. Ranljivost vodonosnika je neposredno povezana s hidravličnimi in transportnimi značilnostmi nezasičene cone, kot tudi lastnosti samih spojin, zato je določanje transportnih parametrov EOC tako pomembno.

Sledilni poskusi so eni od eksperimentalnih raziskav, ki so pomembni za določanje lastnosti toka vode in onesnaževal v nezasičeni coni (Sprenger et al., 2015; Stumpp et al., 2012; Mali et al., 2007; Koroša & Mali, 2015). V predstavljeni raziskavi smo na podlagi rezultatov sledilnega poskusa v lizimetru Selniška Dobrava določili značilnosti toka vode in izbranih farmacevtskih učinkovin v nezasičeni coni. Sledilni poskus je potekal v obdobju dveh let. V sledilnem poskusu smo kot konzervativno sledilo za določanje transporta vode uporabili devterij (Becker & Coplen, 2001), procese migracije in razgradnje skozi vodonosnik pa smo preučevali na izbranih farmacevtskih

učinkovinah karbamazepinu, propifenazonu in kofeinu. Spojine se med seboj razlikujejo po svojih fizikalno kemijskih lastnostih, rezultat tega so različne transportne lastnosti posameznega onesnaževala skozi vodonosnik. Z inverznimi modeli postavljenimi v programu HYDRUS-1D (Šimůnek, 2012), smo ocenili parametre nezasičene cone ter transportne parametre karbamazepina, propifenazona in kofeina v prodnem vodonosniku.

Literatura

Becker, M. W. & Coplen, T. B. 2001: Use of deuterated water as a conservative artificial groundwater tracer. *Hydrogeological Journal*, 9: 512-516.

Koroša, A. & Mali, N. 2015: Assessment of nitrate transport in the unsaturated (coarse gravel) zone by means of tracing experiment (Selniška dobava, Slovenia). = Ocena transporta nitrata v nezasičeni coni prodnega vodonosnika s sledilnim poskusom (Selniška dobava, Slovenija). *Geologija*, 58/2: 183-19.

Mali, N., Urbanc, J. & Leis, A. 2007: Tracing of water movement through the unsaturated zone of a coarse gravel aquifer by means of dye and deuterated water. *Environmental Geology*, 51(8): 1401-1412.

Stumpp, C., Stichler, W., Kandolf M. & Šimůnek J. 2012: Effects of land cover and fertilization method on water flow and solute transport in five lysimeters: A long-term study using stable water isotopes. *Vadose Zone Journal*, 11(1): 14, doi:10.2136/vzj2011.0075.

Sprenger, M., Volkmann, T. H. M., Blume, T. & Weiler, M. 2015: Estimating flow and transport parameters in the unsaturated zone with pore water stable isotopes. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 19: 2617-2635.

Šimůnek, J., van Genuchten, M. Th. & Šejna, M.: HYDRUS: Model use, calibration and validation, Special issue on Standard/Engineering. Procedures for Model Calibration and Validation, *Transactions of the ASABE*, 55(4): 1261-1274.

Preliminarna ocena potenciala karbonatnega mulja za uporabo v kmetijske namene (prednosti in omejitve)

The potential of carbonate sludge for agricultural use – the preliminary assessment (advantages and limitations)

Andrej Kos¹, Željko Pogačnik² & Rok Mihelič³

¹ Marmor, podjetje za pridobivanje in obdelavo naravnega kamna Sežana, d.d., Partizanska cesta 73, 6210 Sežana, Slovenija

² Georudeko, geologija, rudarjenje in ekologija, d.o.o., Anhovo 1, 5210 Deskle, Slovenija

³ Center za pedologijo in varstvo okolja, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, Slovenija

Največja aktivna nahajališča naravnega kamna v Sloveniji so na Krasu, kjer je največji koncesionar Marmor, Sežana d.d.. Pridobivanje mineralne surovine se izvaja v nahajališčih Lipica I., Lipica II., Doline in Kopriva. Kljub

vse bolj izpopolnjeni tehnologiji eksploatacije monolitnih blokov pa rudarska dela pogojujejo geološke razmere v nahajališču in posredno fizikalno-mehanske lastnosti kamnine.

Nahajališča naravnega kamna so tektonsko prizadeta, predvsem gosta razpokanost in zdrobljenost, ki skupaj s plastovitostjo in zakraselostjo zmanjšujeta izplen monolitnih blokov in s tem vse večjo količino jalovine (fragmenti nastali ob obdelavi blokov kakor mulj nastal ob procesu žaganja blokov). Ekonomski izziv uporabe jalovine za druge namene in s tem zvišati njeno dodano vrednost je glavno gonilo pričujoče preiskave.

Eden od produktov predelave in obdelave materiala je karbonatni mulj, ki nastaja kot produkt čiščenja tehnološke vode. Oksidna in elementna kemijska analiza, granulometrična analiza kakor termogravimetrične preiskave potrjujejo prisotnost skorajda monomineralnega CaCO₃. Preliminarna študija zajema tehnologijo in možnost uporabe karbonatnega mulja v kmetijske namene za razkisanje tal oziroma višanje pH vrednosti tal. V pričujočem delu predstavljamo prednosti in tehnološke omejitve pri uporabi tega naravnega vira.

Prve najdbe heteromorfnih amonitov (Ancyloceratina) v Sloveniji

First record of heteromorph ammonites (Ancyloceratina) from Slovenia

Matija Križnar¹ & Ivan Očepek²

¹ Prirodoslovni muzej Slovenije, Prešernova 20, 1000 Ljubljana, Slovenija;

mkriznar@pms-lj.si

² Na Fari 20, 2391 Prevalje, Slovenija;

ivan.ocepek@zaki.si

Mezozojske plasti Severnih Karavank tvori debelo zaporedje triasnih kamnin, ponekod bogato z rudami. Na njih ležijo posamezne krpe jurskih, krednih in terciarnih plasti. Jurske in delno kredne plasti med Slovenj Gradcem in Mežico, na severnih pobočjih Uršlje gore, sta razčlenila Mioč in Šribarjeva (1975), kjer sta del najmlajših plasti uvrstila tudi v spodnjo kredo (srednji berriasij oziroma valanginij) na osnovi kalpionelid rodov *Crassicollaria*, *Calpionella* in *Calpionellopsis* (Buser & Dozet, 2009).

V zadnjem desetletju je bilo odkrito in delno raziskano najdišče z ostanki spodnjekredne favne na območju južno od vasi Leše nad Prevaljami (Očepek & Krivograd, 2018). Med najdenimi fosili prevladujejo amoniti, redki so ostanki belemnitov, aptihov, ramenonožcev in polžev. Ob pregledu zbrane amonitne favne smo zasledili tudi nenavadne oblike heteromorfnih amonitov. Ti ostanki so prve najdbe heteromorfnih (aberatne hišice) amonitov iz nadreda Ancyloceratina v Sloveniji. Kljub slabi ohranjenosti smo taksonomsko opredelili naslednje amonitne oblike:

Crioceratites nolani (Kilian), *Crioceratites* sp., *Himantoceras trinodosum* (Thieuloy), *Himantoceras* cf. *trinodosum* (Thieuloy) in *Ancyloceratidae* gen. et sp. ident. (Lukeneder, 2004; Reboulet, 1996; Vašíček & Michalík, 1986). Opredeljene rodovi in vrste so skladajo s starostjo plasti določene s kalpionelami. Vrsta *Himantoceras trinodosum* (Thieuloy) se pojavlja v zgornjem valanginiju, medtem ko ima rod *Crioceratites* širši stratigrafski razpon, od sredine valanginija do konca barremija. Vrsta *Crioceratites nolani* (Kilian) se pojavlja med srednjim delom spodnjega hauterivija do sredine barremija (Lukeneder, 2004). Tako lahko na osnovi zbranih vrst heteromorfnih amonitov starost najdišča pri Lešah uvrstimo v še nekoliko mlajšo stopnjo, celo barremijsko.

Zbirka prvih heteromorfnih amonitov iz Slovenije se bo gotovo še povečala, saj so raziskave in sistematično dokumentiranje ter zbiranje najdb še v teku. Opisane najdbe potrjujejo zelo pestro geološko zgradbo Severnih Karavank in dopolnjujejo naše poznavanje paleontoloških najdišč Koroške.

Literatura

- Buser, S. & Dozet, S. 2009: Jura. In: Pleničar, M., Ogorelec, B. & Novak, M. (eds.), *Geologija Slovenije*. Geološki zavod Slovenije, Ljubljana; 612 p.
- Lukeneder, A. 2004: Stratigrafische Erkenntnisse aus einem neuen Vorkommen von Unterkreide-Ammonoiten in der Losensteiner Mulde (Ternberger Decke, Nordliche Kalkalpen). *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, 144: 173-189.
- Mioč, P. & Šribar, L. 1975: Jurski skladi v severnih Karavankah. *Geologija*, 18: 87-97.
- Ocepek, I. & Krivograd, F. 2018: Spodnjekredni fosili z Leš pri Prevaljah. *Konkrekcija*, 5: 48-51.
- Reboulet, S. 1996: L'évolution des ammonites du Valanginien-Hauterivien inférieur du bassin vocontien et de la plate-forme provençale (Sud-Est de la France). Relations avec la stratigraphie séquentielle et implications biostratigraphiques. *Documents du Laboratoire de Géologie de Lyon*, 137: 1-371.
- Vašíček, Z. & Michalík, J. 1986: The Lower Cretaceous ammonites of the Manín unit (Mt. Butkov, West Carpathians). *Geologica Carpathica*, 37/4: 449-481.

Mreža referenčnih merilnih postaj za izvajanje hidroloških opazovanj v Sloveniji

A network of reference monitoring stations for hydrological observation in Slovenia

Nataša Kukar, Matevž Hočevár & Jakob Šimon

Agencija Republike Slovenije za okolje, Vojkova 1b, 1000 Ljubljana, Slovenija;

Natasa.Kukar@gov.si,

Matevz.Hocevar@gov.si,

Jakob.Simon@gov.si

V novembru 2017 je bil sprejet Zakon o državni meteorološki, hidrološki, oceanografski in seizmološki službi (Uradni list RS, št. 60/17). Agencija Republike Slovenije je skladno z zakonom vzpostavila register infrastrukture službe, ki je dostopen na <http://www.arso.gov.si/o%20agenciji/register%20infrastrukture/>. Vanj je vpisala obstoječe merilne postaje. Za vsako je bila preverjena skladnost z merili, ki določajo ali je merilna postaja referenčna ali ne.

Referenčne merilne postaje so merilne postaje, ki zaradi odsotnosti neposrednih antropogenih motenj meritev omogočajo trajnost merjenja in dolgoletne podatkovne nize, lokacija posamezne merilne postaje pa zagotavlja regionalno reprezentativnost rezultatov opazovanja, opazovanje vodonosnika, ki se razteza prek državne meje ali vključenost v poročanja po mednarodnih obveznostih, istočasno pa s prostorskimi akti na varovanih območjih ni predvidena izvedba prostorskih ureditev, ki bi po izvedbi povzročale trajne motnje merjenja ter da je zemljišče, na katerem je zgrajena merilna postaja, v lasti države ali v lasti druge osebe, na katerem druga stvarna pravica državo upravičuje do izvajanja opazovanja v obdobju, ki je daljše od 20 let.

Na tak način je bilo ugotovljeno, da je izmed vseh obstoječih merilnih postaj za izvajanje hidroloških opazovanj v Sloveniji z vsemi naštetimi merili skladnih:

- 48 merilnih postaj za izvajanje hidrološkega opazovanja na podzemnih vodah (od skupaj 139 merilnih postaj),
- 3 merilne postaje za izvajanje hidrološkega opazovanja na površinskih stoječih vodah (od skupaj 4 merilnih postaj) in
- 127 merilnih postaj za izvajanje hidrološkega opazovanja na površinskih tekočih vodah (od skupaj 199 merilnih postaj).

Odlok o določitvi referenčnih merilnih postaj za izvajanje meteorološkega, hidrološkega, oceanografskega in seizmološkega opazovanja je bil sprejet septembra 2018 in objavljen v Uradnem listu RS, št. 59/18. Referenčne merilne postaje so prikazane tudi v Atlasu okolja na http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso.

Z določitvijo referenčnih merilnih postaj se v okolici letih vzpostavi varovalno območje, ki je različne velikosti. Pri referenčnih merilnih postajah:

- za izvajanje hidrološkega opazovanja na podzemnih vodah se razteza v oddaljenosti 50 metrov od meje merilne postaje,
- za izvajanje hidrološkega opazovanja na stojećih površinskih vodah se razteza po vodnem zemljišču v oddaljenosti 30 metrov od mesta merilne postaje,
- za izvajanje hidrološkega opazovanja na tekočih površinskih vodah se razteza po vodnem zemljišču v oddaljenosti desetkratnika širine vodnega zemljišča na mestu merilne postaje, merjeno po osi vodotoka, vendar ne več kot 250 metrov od mesta merilne postaje.

Na varovalnem območju referenčnih merilnih postaj se natančneje opredeli omejitve rabe prostora in posebne rabe vode zaradi zagotavljanja trajnega nemotenega in kakovostnega delovanja referenčnih merilnih postaj.

Literatura

Uradni list RS, št. 60/17: Zakon o državni meteorološki, hidrološki, oceanografski in seizmološki službi: 8045-8050.

Uradni list RS, št. 59/18: Odlok o določitvi referenčnih merilnih postaj za izvajanje meteorološkega, hidrološkega, oceanografskega in seizmološkega opazovanja: 9101-9110.

Pan-afriška podpora Partnerstvu EGS-OAGS – vloga GeoZS v projektu PanAfGeo

Pan-African support to EGS-OAGS Partnership – the role of GeoZS in the PanAfGeo project

Špela Kumelj, Matija Krivic, Tina Peternel & Bogomir Celarc

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana;
spela.kumelj@geo-zs.si;
matija.krivic@geo-zs.si;
tina.peternel@geo-zs.si;
bogomir.celarc@geo-zs.si

PanAfGeo (pan-afriška podpora Partnerstvu EGS-OAGS) je projekt, ki z vzpostavitvijo inovativnega programa usposabljanj nadgrajuje geološko znanje in veščine zaposlenih na afriških geoloških zavodih. Usmerjen je predvsem na področje trajnostnega izkoriščanja mineralnih surovin in z njimi povezanih infrastruktur ter preprečevanja in ublažitve posledic naravnih nesreč.

Z razvojem tega ambicioznega vse-afriškega projekta se bo okrepil geološki sektor v Afriki, kar bo korak naprej v politični zavezanosti in sodelovanju med EU in Afriko na tem področju.

Glavni cilji projekta PanAfGeo so:

- krepitev zmogljivosti in vloge afriških nacionalnih geoloških zavodov;
- prispevanje k ocenam zalog mineralnih virov;
- povečanje dejavnosti nacionalnih geoloških zavodov pri regionalnem kartiranju in raziskovanju zalog mineralnih surovin, z namenom nadgradnje baz podatkov;

- krepitev ravni geološkega znanja in spretnosti v nacionalnih geoloških zavodih preko usposabljanj;
- krepitev potenciala OAGS na afriški celini.

Ti cilji bodo doseženi preko kratkoročnih in srednjeročnih usposabljanj, zlasti na področju analize satelitskih posnetkov, izdelave digitalnih kart, geokemije in analitične kemije, ekonomske geologije, raziskovanja rudnin in geološke kartiranja.

Geološki zavod Slovenije v projektu sodeluje kot tehnični in strokovni partner v treh delovnih paketih in sicer: geološko kartiranje, geohazard in upravljanje z geoinformacijami.

Ob pomoči gostitelja Afriškega centra za minerale in znanosti (AMGC, Dar Es Salaam, Tanzanija) je GeoZS oktobra 2017 vodil usposabljanje na temo Infrastruktura prostorskih podatkov (SDI), s poudarkom na medopravilnosti geoloških podatkov in njihovi dostopnosti širokemu krogu končnih uporabnikov. Interaktivni način učenja s predavanji in praktičnimi vajami na računalniku je omogočilo delo z odprtokodno programsko opremo, kot so GeoKettle, PostgreSQL, PostGIS, Geoserver in GeoNetwork.

V okviru delovnega paketa geohazard je bilo izvedeno usposabljanje, ki je obsegalo sledeče vsebinske teme: poplave, erozija in plazovi, onesnaženje, potresi in vulkanska aktivnost. GeoZS je vsebinsko pokrival področje o plazovih. Usposabljanje je potekalo konec novembra 2017 s pomočjo Council for Geoscience of Republic of South Africa (Pretoria, JAR).

Najdaljše izvedeno usposabljanje je obsegalo terensko in kabinetno delo v okviru delovnega paketa »geološko kartiranje« avgusta in septembra 2018 v Namibiji. Udeleženci so se seznanili s celotnim postopkom izdelave geološke karte tudi s pomočjo uporabe sodobnih metod in tehnik v geološki kartografiji (daljinsko zaznavanje, GIS, GPS itd.).

Več o projektu: <http://panafgeo.eurogeosurveys.org/>

Projekt CHPM2030 – Soproizvodnja električne energije in toplote ter pridobivanje mineralnih surovin

Project CHPM2030 – Combined heat, power and metal extraction

Andrej Lapanje^{1,2}

¹ Slovensko geološko društvo, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;
andrej.lapanje@geo-zs.si

² Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija

CHPM2030 je 42 mesecev trajajoč projekt (1. januar 2016–30. junij 2019), ki ga financira Evropska komisija preko programa Obzorje 2020. Konzorcij pod vodstvom Univerze v Miškolcu, katerega pridružen član je tudi Slo-

vensko geološko društvo, želi v projektu CHPM2030 razvijati nove tehnološke rešitve, ki naj bi pomagali zadovoljiti evropske potrebe po energiji in strateških kovinah v enovitem procesu. Cilj projekta je razvoj tehnologije, ki bi v danem prostoru s potencialom nastopanja kovinskih mineralov v globoko ležečih geoloških formacijah omogočala hkratno izkoriščanje geotermalnega vira in pridobivanje kovinskih mineralov z uporabo elektrometalurgije. Take sisteme imenujemo »izboljšani rudno-geotermalni sistemi«. (EGS – angl. *enhanced geothermal systems* oziroma slov. izboljšani geotermalni sistemi). Omenjeni sistemi bodo služili kot osnova za razvoj novih vrst obratov za hkratno (kombinirano) pridobivanje toplote, električne energije in kovin (CHPM). S poseganjem v rudonosne formacije naj bi se omogočilo takó pridobivanje toplotne in proizvodnje električne energije kot pridobivanje kovin, pri čemer bo potrebno doseči tržno ustrezno optimizacijo. Tehnologija se bo lahko prilagajala zahtevam trga v kateremkoli danem trenutku v prihodnosti.

Delovni načrt projekta je namenjen zagotavljanju preverjanja naslednjih hipotez: - Sestava in struktura rudnih teles daje prednosti, ki bi jih lahko koristno uporabili pri razvoju izboljšanih geotermalnih sistemov (EGS); - Kovine se lahko izluži iz rudnih teles v visokih količinah v podaljšanem časovnem obdobju, kar lahko bistveno vpliva na ekonomiko izboljšanih geotermalnih sistemov (EGS); - S stalnim izluževanjem kovin se bo sčasoma na nadzorovan način in brez uporabe stimulacije rezervoarja pod visokim pritiskom povečala učinkovitost izboljšanih geotermalnih sistemov (EGS), ter zmanjševali morebitni škodljivi učinki tako na pridobivanje toplote kot kovin.

Končni cilj projekta je pripraviti načrte in podrobne specifikacije proizvodnega obrata novega tipa, ki bo zasnovan tako, da bo že od samega začetka delovanja deloval kot sistem sočasne proizvodnje toplote, električne energije in pridobivanja kovin. Vzporedni cilj projekta je razviti do sedaj še neznane vzporedne uporabe pridobivanja geotermalne energije na nizki tehnološki ravni (TRL) v Evropi.

Več podatkov o projektu je dostopno na <http://www.chpm2030.eu/>, rezultati projekta pa so prikazani na <http://www.chpm2030.eu/outreach/>.

Trilobiti iz evropskih najdišč v šolskih in zgodovinskih geoloških zbirkah Prirodoslovnega muzeja Slovenije

Trilobites from European sites in school and historical geological collections of the Slovenian Museum of Natural History

Miha Marinšek¹, Matija Križnar² & Luka Gale^{3,4}

¹ Dilce 7, 6230 Postojna, Slovenija;
miha.m.666@gmail.com

² Prirodoslovni muzej Slovenije, Prešernova 20,
1000 Ljubljana, Slovenija;
mkriznar@pms-lj.si

³ Oddelek za geologijo, Naravoslovnotehniška fakulteta,
Aškerčeva 12, 1000 Ljubljana, Slovenija

⁴ Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija

V Prirodoslovnem muzeju Slovenije v Ljubljani so shranjene številne manjše geološke zbirke, ki so bile nekoč v zasebni lasti. Med njimi sta šolski zbirki nekdanje Mariborske Realke in Gimnazije Ledina ter zasebna zbirka Antona Bianchija. Zbirke so nastajale v drugi polovici 19. stoletja, ko so bile zbirke pomemben učni pripomoček. Mariborska šolska zbirka vsebuje več kot 2000 različnih primerkov fosilov, mineralov in kamnin. Zbirka Gimnazije Ledina obsega 45 primerkov kamnin, 7 primerkov rud, 53 primerkov mineralov in 161 primerkov fosilov. Bianchijeva geološka zbirka vsebuje 214 primerkov fosilov, 211 primerkov mineralov in 214 primerkov premogov. Med fosili so posebno zanimivi trilobiti, ki prihajajo iz nekaterih zgodovinsko pomembnih evropskih najdišč, od katerih nekatera danes niso več dostopna.

V letih 2017 in 2018 smo ponovno pregledali trilobite omenjenih zgodovinskih zbirk ter jih ponovno taksonomsko opredelili in ovrednotili njihove podatke. Zbirka Gimnazije v Mariboru vsebuje osem, zbirki Gimnazije Ledina in Bianchijeva zbirka pa vsaka po šest primerkov trilobitov. Ob reviziji primerkov so bile določene vrste *Conocoryphe sulzeri* (kambrij), *Ellipsocephalus hoffi* (sr. kambrij), *Ectillaenus parabolinus* (ordovicij), *Dalmanitina socialis* (ordovicij), *Harpes venulosus* (silur), *Phacops sternbergi* (devon), *Odontochile hausmanni* (srednji devon). Pet primerkov je slabše ohranjenih in ostajajo nedoločeni, trije primerki pa so še v procesu določanja. Primerki izhajajo iz čeških najdišč: Skryje, Chuchle, Wesergebirge, Vesela, Koněprusy, Jince in iz Nemčije: Zizeneff, Hüsten, Landsberg, Gerolstein, Branik in Vakovice.

Šolske in zgodovinske geološke zbirke, ki so jih v preteklosti hranile različne gimnazije in zasebniki so danes eden izmed redkih virov paleontoloških primerkov, v tem primeru trilobitov. Mnogi raziskani trilobiti izhajajo iz klasičnih najdišč Češke in Nemčije, ki so danes večji del nedostopna ali zaščitena.

Literatura

Barrande, J. 1846: Notice préliminaire sur le système Silurien

et les trilobites de Boheme, Hirschfeld, Leipzig: 97 p.

Clarkson, E.N.K. 1998: Invertebrate Palaeontology and Evolution. 4th ed. Blackwell Science: 452 p.

Hawle, I. & Corda, A.J.C. 1847: Prodrum einer Monographie der böhmischen Trilobiten. Abhandlungen Königlich-böhmische Gessellschaft für Wissenschaft 5.

Shlotheim, E.F., 1823: Nachträge zur Petrefactenkunde. Gottha 2: 1-114.

Prekomejni vodonosniki v Sloveniji in njihovo varovanje

Transboundary aquifers in Slovenia and their protection

**Petra Meglič¹, Joerg Prestor¹, Nina Rman¹,
Andrej Lapanje¹, Janko Urbanc¹ & Mihael Brenčič^{1,2}**

¹ Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

petra.meglic@geo-zs.si

² Oddelek za geologijo, Naravoslovnotehniška fakulteta, Aškerčeva 12, 1000 Ljubljana, Slovenija;

mihael.brencic@geo.ntf.uni-lj.si

V Sloveniji se razprostirajo pomembni vodonosniki preko državne meje v sosednje države: Avstrijo, Hrvaško, Italijo in Madžarsko. Določenih je bilo 11 vodonosnih sistemov, kjer je prepoznan pomemben prekomejni tok podzemne vode. Vsak se podrobneje deli na prispevna območja in vodonosnike. Metodologija enotne opredelitve je določena po vprašalniku UNECE. Osrednji del je konceptualni model prekomejnega toka podzemne vode, geografskega opisa, hidroloških in hidrogeoloških značilnosti. Sledijo podatki o odvzemih in posebni rabi vode, glavnih težavah, stanju o prekomejnih vplivih in ukrepih, predvidenih trendih v prihodnosti ter predlogih za zadeve mednarodnega sodelovanja. Ta območja povezujemo z vodonosnimi sistemi in vodnimi telesi podzemne vode, ki so reprezentativna za poročanje o stanju podzemne vode na državni ravni. Do danes je bilo skupno določeno le eno prekomejno vodno telo podzemne vode Karavanke, ki se razprostira preko državne meje z Avstrijo.

Za potrebe čezmejnega upravljanja so bile preko bilateralnih projektov strokovno usklajene meje vodnih teles in vodonosnih sistemov v njihovem poteku preko državne meje s Hrvaško na območju polotoka Istra (Prestor et al., 2015), Italijo (Cucchi et al., 2015; Bisaglia et al., 2015) in Madžarsko (Nádor et al., 2012). Podani so bili tudi skupni predlogi načrta trajnega monitoringa kemijskega in količinskega stanja.

Za varovanje prekomejnih vodonosnikov in vzpostavitev usklajenih režimov varovanja vodnih virov, ki so zajeti za oskrbo s pitno vodo ali so za to namenjeni v prihodnosti, je po primerjavi veljavnih predpisov, strokovnih podlag, kriterijev za določanje ter postopkov sprejemanja vodovarstvenih območij predlagan postopek za uveljavitev čezmejnih vodovarstvenih območij z Avstrijo (Schlam-

berger et al., 2013) in Hrvaško (Prestor et al., 2015). Tako bo poznavanje obremenitev, katerih vpliv se lahko prenaša čez državne meje, še posebej pomembno.

Literatura

Bisaglia, M., Gregorič, A., Prebil, T., Stopar, M., Žabar, R., Čenčur Curk, B., Bole, Z., Cerar, S., Medić, M., Mezga, K., Ferjan Stanič, T. & Urbanc, J. 2015: Podzemne vode čezmejnih vodonosnikov Isonzo/Soča. Projekt ASTIS. Evropsko teritorialno sodelovanje Slovenija-Italija 2007-2013. Internet: <http://astis.ung.si/>.

Cucchi, F., Zini, L. & Calligaris, C. 2015: Vodonosnik klasičnega krasi. Projekt HYDROKARST. Evropsko teritorialno sodelovanje Slovenija-Italija 2007-2013. Internet: <http://www.hydrokarst-project.eu/sl/>.

Nádor, A., Lapanje, A., Tóth, G., Rman, N., Szócs, T., Prestor, J., Uhrin, A., Rajver, D., Fodor, L., Muráti, J. & Székely, E. 2012: Transboundary geothermal resources of the Mura-Zala basin: a need for joint thermal aquifer management of Slovenia and Hungary. *Geologija*, 55/2: 209-224.

Prestor, J., Pekaš, Ž., Kuhta, M., Koželj, A., Janža, M., Brkić, Ž., Celarc, B., Larva, O., Meglič, P., Dolić, M., Urbanc, J., Simić, B., Tot, I., Podboj, M., Maldini, K., Levičnik, L., Matić, N., Ferjan Stanič, T., Brun, C., Šram, D., Mrmolja, N., Mavc, M. & Pestotnik, S. 2015: Projekt ISTRA-HIDRO. Trajnostno upravljanje s čezmejnimi podzemnimi vodami med Tržaškim in Kvarnerskim zalivom. Rezultati projekta. Evropsko teritorialno sodelovanje SI – HR. Ljubljana, Zagreb, Koper, junij 2015. 10 pril., 182 str.

Schlamberger, J. & Brenčič, M. 2013: Drinking water protection zones on carstic aquifers – comparison between practices in Austria and Slovenia. Geological Survey of Slovenia; Natural Sciences and Engineering Faculty – University of Ljubljana; Competence Center for the Environment, Water and Conservation. Klagenfurt – Ljubljana.

raPHOSafe – Opredelitev in ločevanje z radijem bogate odpadne fosforne sadre od neradioaktivne

raPHOSafe – Classification and sorting of radium-rich phosphogypsum tailings

Miloš Miler¹, Jörg Feinhals², Alexander Tscharf³,
Radmila Marković⁴, Dimitrios Panias⁵,
Govert DeWith⁶, Sofia Barbosa⁷ &
Stoyan Gaydardzhiev⁸

¹ Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

milos.miler@geo-zs.si

² DMT GmbH & Co. KG, Am Technologiepark 1, 45307 Essen, Nemčija;

joerg.feinhals@dm-group.com

³ Montanuniversität Leoben, Franz Josef Strasse 18, 8700 Leoben, Avstrija;

alexander.tscharf@unileoben.ac.at

⁴ Mining and Metallurgy Institute Bor, Zeleni bulevar 35, 19210 Bor, Srbija;

radmila.markovic@irmbor.co.rs

⁵ National Technical University of Athens, Heroon Polytechniou 9, 15780 Zografou, Grčija;

panias@metal.ntua.gr

⁶ Nuclear Research Group, Utrechtseweg 310 B50-West, 6812 AR Arnhem, Nizozemska;

g.dewith@nrg.eu

⁷ Faculty of Sciences and Technology-New University of Lisbon, 2829-516 Caparica, Portugalska;

svtb@fct.unl.pt

⁸ University of Liège, Place du 20-Août 7, 4000 Liège, Belgija;

s.gaydardzhiev@ulg.ac.be

Fosforna sadra je odpadni produkt pri predelavi naravnih fosfatov v fosforno kislino za potrebe proizvodnje gnojil. Posledica tovrstne proizvodnje gnojil, ki se že več desetletij uporablja po vsem svetu, so ogromne količine jalovinske fosforne sadre (svetovna proizvodnja 160–170 milijonov ton/leto), ki pogosto zaseda velike površine. Predelava in ponovna uporaba jalovinske fosforne sadre bi tako omogočila sanacijo teh površin in uporabo za kmetijstvo in turizem. Ker fosforna sadra pogosto vsebuje radioaktivni izotop radija ²²⁶Ra, predstavlja nevarnost za okolje in zdravje ljudi, posledično pa je njena uporaba omejena.

raPHOSafe je enoletni raziskovalni projekt, ki poteka v okviru programa EIT RawMaterials pod vodstvom DMT GmbH & Co. KG v sodelovanju s 7 partnerji. Namen projekta je s študijo jalovinske fosforne sadre vodilnih proizvajalcev in predelovalcev fosforne sadre iz Grčije, Bolgarije in Srbije podati ključne tehnične okvirje za izdelavo cenovno ugodnega pilotnega objekta s tekočim trakom za avtomatsko karakterizacijo in sortiranje nizko radioaktivne jalovinske fosforne sadre z ²²⁶Ra (specifične aktivnosti od 0,1 do nekaj Bq/g). Sistem bo omogočal karakterizacijo, sortiranje in ločevanje neradioaktivne od radioaktivne, okolju škodljive fosforne sadre, katere aktivnost presega zakonsko predpisano mejno vrednost 1 Bq/g za naravno prisotne radioaktivne materiale (NORM). To bo zmanjšalo

količino radiološko aktivne fosforne sadre in omogočilo recikliranje neradioaktivne fosforne sadre v gradbeni material z ničelnim odpadkom, medtem ko bo radioaktivna fosforna sadra predstavljala vir za nadaljnjo predelavo v radiofarmacevtske izdelke kot ²²³Ra za zdravljenje raka.

Tehnologija bo dolgoročno prispevala predvsem k zmanjšanju negativnega vpliva fosforne sadre na okolje in zdravje ljudi, omogočila predelavo jalovinske fosforne sadre brez odpadka, ponovno uporabo saniranih območij odlagališč fosforne sadre za druge gospodarske panoge, pa tudi prispevala k razvoju industrije in družbe v državah znotraj regionalne inovacijske sheme (RIS). Ker bo sistem za karakterizacijo in razvrščanje fosforne sadre mobilan in prilagodljiv, ga bo možno uporabiti tudi v drugih regijah Evrope, s prilagoditvami pa bo uporaben tudi za ločevanje drugih jalovinskih materialov, ki vsebujejo naravno prisotne radioaktivne materiale (NORM).

Zahvala: projekt je financiran s strani KIC EIT RawMaterials.

Projekt INFAC: prihodnost raziskovanja mineralnih surovin v Evropi

Project INFAC: the future of mineral exploration in Europe

Snježana Miletić^{1,2}, Marko Komac³, Samantha Roffey³ & Leila Ajjabou³

¹ Slovensko geološko društvo, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

snjezana.miletic@geo-zs.si

² Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija

³ European Federation of Geologists, c/o Belgium Geological Survey, Rue Jenner 13, 1000 Bruselj, Belgija

m.komac@telemach.net

Nahajališča mineralnih surovin, ki so perspektivna za izkoriščanje v prihodnosti, se pogosto nahajajo v oddaljenih območjih in globoko v podzemlju. Zato ugotavljanje virov in zalog kovinskih in nekovinskih mineralnih surovin z namenom dolgoročne varne samooskrbe EU predstavlja velik tehnološki izziv. Za ta namen je EU investirala 5,6 mio evrov v tri-leten projekt INFAC – Inovativna, neinvazivna in popolnoma sprejemljiva tehnologija raziskovanja, v katerem je moči združilo 17 partnerjev iz sedmih držav. Aktivnosti v okviru projekta INFAC bodo usmerjene v razvijanje in preizkušanje novih geofizikalnih metod za namen iskanja globljih orudenj. Take metode bodo okoljsko in družbeno bolj sprejemljive od obstoječih, kar bo pripomoglo k večji sprejemljivosti začetnih raziskav rudišč ter potencialnih nadaljnjih fazah izkoriščanja.

Kljub dejstvu, da je EU ena izmed največjih svetovnih porabnikov mineralnih surovin in da ima dolgo tradicijo rudarjenja, je raziskovanje novih nahajališč zapleteno zaradi družbenih, političnih in tehničnih izzivov. Cilj projekta

je premagati le-te z zvišanjem ozaveščenosti in družbene sprejemljivosti sodobnega raziskovanja, ki predstavljata prvi del strategije projekta. Drugi del predstavlja razvoj nove generacije raziskovalnih metod, ki bodo uporabljene za iskanje rudnih nahajališč v Evropi. Nove, manj invazivne metode, bodo omogočile zaznavanje globljih in manjših nahajališč. V ta namen znanstveniki razvijajo metode raziskav iz zraka s pomočjo brezpilotnih letalnikov in letal z različnimi tipali, ki omogočajo sočasno pridobivanje več mineraloških podatkov, kot je bilo možno prej. Tudi spremljanje geofizikalnih podatkov v realnem času je pomemben dejavnik, ki omogoča lažje raziskovanje mineralnih surovin.

Testiranje novih tehnologij in ocenjevanje njihove uspešnosti v realnih pogojih je bilo v EU v preteklosti skoraj nemogoče. V okviru projekta INFACCT bodo vzpostavljena tri referenčna območja z rudarsko tradicijo, na katerih bodo uporabljene različne tehnologije, od samega začetka pa bo vzpostavljen intenziven dialog z lokalnimi skupnostmi, nosilci odločanja in rudarskimi podjetji. Tri referenčna območja so Sakati (Finska; izvajalec: Anglo American; Cu-Ni-Pt), Geyer (Nemčija; Sn-Zn-W-Mo-Cu-Fe-Ag-In), Cobre Las Cruces (Španija; izvajalec: First Quantum Minerals; Cu) ter Minas de Riotinto (Španija; izvajalec: Atalaya Mining; različne kovine).

Po koncu projekta bodo ta referenčna območja ostala dolgoročno dostopna svetovni industriji za preverjanje in potrditve uporabnosti drugih novih tehnologij. Slovensko geološko društvo sodeluje v projektu preko Evropske zveze geologov in prispeva k ugotavljanju trenutnih razmer na področju raziskovanja v EU. Projekt je financiran iz EU programa za raziskovanje in inovacije Obzorje 2020 po pogodbi št. 776487. Več informacij se nahaja na spletni strani projekta <http://www.infactproject.eu/>.

Literatura

- INFACCT: Internet: <http://www.infactproject.eu/> (13.4.2018)
 Project INFACCT press release 10/11/2017: The future of raw materials exploration in Europe. Internet: http://www.infactproject.eu/wp-content/uploads/2018/02/PM_Nov27_INFACCT_FINAL_ENG.pdf (13.4.2018)

Določanje magnitude hudourniških poplav z uporabo dendrogeomorfoloških in meteoroloških podatkov

Estimating debris flood magnitude based on dendrogeomorphological and meteorological data

Andrej Novak¹, Tomislav Popit², Andrej Šmuc² & Ryszard J. Kaczka³

¹ Prule 19, 1000 Ljubljana, Slovenija;
andrej.i.novak@gmail.com

² Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, Aškerčeva 12, 1000 Ljubljana, Slovenija

³ University of Silesia, Faculty of Earth Science, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec, Poland

Dendrogeomorfologija je veda, ki se ukvarja z datiranjem in preučevanjem geomorfoloških procesov na podlagi drevesnih branik in rastnih anomalij. Čeprav je metodologija zelo razširjena pri preučevanju naravnih nesreč v tujini, je v Sloveniji, kljub potencialu za številne raziskave, še vedno redko v uporabi. Za prve dendrogeomorfološke raziskave smo si izbrali dolino Planice zaradi njenega tipa vegetacije, meteoroloških lastnosti, bližine meteorološke postaje in prisotnosti številnih kompleksnih oblik pobočnih procesov, ki s svojim delovanjem vplivajo na tamkajšnje vegetacijo. Za dolino je značilna visoka povprečna letna količina padavin in številne 24-urne padavine, ki presegajo 50 mm padavin (približno deset dogodkov na leto) ter visoke vrednosti največje 24-urne količine padavin s povratno dobo 100 let. Takšne kratkotrajne in intenzivne padavine povzročajo hudourniške poplave, katere lahko sprožijo manjše drobirske tokove, ki povzročajo škodo in predstavljajo grožnjo infrastrukturi in prebivalcem. V dolini Planice lahko posledice manjših drobirskih tokov na drevesih opazujemo v obliki njihovega delnega zasutja, kar povzroča zmanjšan letni prirast dreves.

V raziskavi smo vzorčili 141 dreves na sistemu hudourniških kanalov na aktivni aluvialni pahljači. S pomočjo dendrogeomorfološke analize, katera je v naši raziskavi imela doseg do leta 1903, smo na izteku enega od hudourniških kanalov uspešno datirali trinajst drobirskih tokov. Te dogodke smo datirali na podlagi nenadnega zmanjšanja prirasta branik delno zasutih dreves. Za vsak dogodek smo izračunali odstotek prizadetih dreves glede na število živih dreves v času posameznega drobirskega toka. Dogodke smo razvrstili v tri kategorije: šibko intenzivni dogodki z 10 do 20 % prizadetih dreves, srednje intenzivni dogodki z 20 do 30 % prizadetih dreves in močno intenzivni dogodki z več kot 30 % prizadetih dreves. Vsak posamezen dogodek smo korelirali z meteorološkimi podatki (24- in 48-urne padavine ter nadpovprečna količina mesečnih padavin) ter tako določili padavinski dogodek, ki je najverjetneje sprožil manjši drobirski tok. V nadaljevanju smo sprožitvene padavinske dogodke postavili v kontekst povratnih dob obilnih deževij. Ugotovili smo, da so šibke dogodke povzročila deževja s povratno dobo 1 do

2 leti, srednje dogodke deževja s povratno dobo 10 do 25 let ter močne dogodke deževja s povratno dobo 100 let.

Naša preliminarne raziskave kaže, da lahko na podlagi prizadetih delno zasutih dreves (i) datiramo drobirske tokove, ki so jih sprožile hudourniške poplave, (ii) določimo sprožitveni meteorološki dogodek drobirskega toku in (iii) koreliramo odstotek prizadetih dreves s povratnimi dobami sprožitvenih meteoroloških dogodkov ter posredno določimo njihovo intenziteto.

Urbana geološka dediščina – fosili in strukture v naravnem kamnu v Ljubljani

Urban geoheritage – fossils and structures in natural stone in Ljubljana

Matevž Novak

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

matevz.novak@geo-zs.si

Naravni kamen fasadnih plošč in tlakovcev ljubljanskih stavb in ulic vsebuje številne in raznovrstne fosilne ostanke ter geološke strukture. Na plakatu bodo predstavljeni kot najzanimivejši elementi idejne zasnove učne poti po urbani geološki dediščini v Ljubljani.

V Ljubljani so v naravnem kamnu med fosili najpogostejše školjke. Litioidne školjke v jurskem podpeškem apnencu krasijo stebriščno stopnišče in avlo Narodne in univerzitetne knjižnice, pritlično avlo Nebotičnika, stopnišče ter notranje arkadno dvorišče Mestne hiše, notranjosti stavb Parlamenta, Ustavnega sodišča, Zavarovalnice Triglav in nekdanje rudarske fakultete na Aškerčevi. Najdemo jih še v Marijinem stebru na Levstikovem trgu, vodnjaku na Kongresnem trgu in še na mnogih koncih. Najlepše rudistne školjke v krednih kraških apnencih najdemo v Mestni hiši, v zgornjih nadstropjih in v podhodu Nebotičnika, v stavbah Montanistike in Parlamenta, v podstavkih spomenikov pred Univerzo in ob Vegovi ulici ter v oblogi hiše na Dvornem trgu. Majhne školjke so pogoste v črnem zgornjetriasnem apnencu z Lesnega Brda, npr. v stebrih portala cerkve sv. Petra, večje srčanke iz skupine megalodontid pa v podpeškem apnencu. V miocenskem litavskem apnencu s Hrvaške, s katerim je obložen podzidek Poslovalnice UniCredit banke na Hribarjevem nabrežju, najdemo tudi ostrige.

Tudi ramenonožci so zelo pogosti v podpeškem apnencu. Vidimo jih v NUKu, Nebotičniku, glavnem atriju Mestne hiše, v Marijinem stebru na Levstikovem trgu in vodnjaku na Kongresnem trgu. Pogosto se jim pridružujejo preseki vretenastih in stožčastih hišic polžev. Med zanimivejšimi fosili lahko omenimo amonite v rdečkastem jurskem apnencu *rosso ammonitico* iz severne Italije, s katerim je obdana palača Deželne banke na Miklošičevi cesti, in morske ježke v litavskem apnencu podzidka Poslovalnice UniCredit banke.

V pisanem triasnem hotaveljskem apnencu v južnem portalu cestnega predora pod Grajskim gričem in na Ljubljanskem gradu so pogoste korale in morske gobe. V tlakovcih Hribarjevega nabrežja in na Bregu pa v flišnem peščenjaku iz slovenske Istre najdemo ihnofosile.

Veliko bolj so sprehajalcem skriti predstavniki mikrofosilnih skupin, tisti nekoliko večji, ki se jih da videti s prostim očesom. V Ljubljani najdemo predstavnice velikih bentoških foraminifer iz vseh treh geoloških obdobij; iz paleozoika, mezozoika in kenozoika. V bloku permske trbiške breče v pročelju restavracije Makalonca na Hribarjevem nabrežju so fuzulinidne foraminifere. V podpeškem apnencu na prej opisanih mestih so razmeroma pogoste orbitopsele, na izhodu iz pasaže Nebotičnika na Cankarjevo ulico pa je plošča eocenskega asilinsko-numulitnega apnenca iz Lupoglava v hrvaški Istri. Numulitine v družbi alveolin lahko vidimo tudi v tlakovcih pisanega eocenskega prominskega konglomerata stavbe Okrajnega sodišča v prehodu med Malo ulico in Miklošičevo cesto.

Med mikrofosili lahko omenimo še modrozeleno cepljivke v onkoidih podpeškega apnenca in rdeče alge v rodoidih litovskega in litotamnijskega apnenca, npr. na palači med Beethovno ul. in Cankarjevo c., na vogalni palači med Cankarjevo c. in Župančičevo ul. ter v vodnjaku Hipokrena na Ribjem trgu.

V sedimentnih vrstah naravnega kamna v Ljubljani je tudi veliko zanimivih tekstur (navzkrižna laminacija, postopna zrnastost, geopetalna in kokardna tekstura, stilolitni šivi, bioturbacija) struktur preperevanja in tektonskih struktur (strižne cone in drse).

Literatura

Novak, M. 2016: Geološki sprehod po Ljubljani – naravni kamen v kulturnih znamenitostih. Mestna občina Ljubljana, Oddelek za varstvo okolja, Ljubljana: 38 p.

The provenance of Quaternary sediments from the Bilogora Mt. (Croatia)

Poreklo kvartarnih sedimentov na območju Bilogore (Hrvaška)

Tea Novaković¹, Borna Lužar Oberiter¹, Bojan Matoš², Lara Wacha³ & Adriano Banak³

¹ Department of Geology, Faculty of Science, University of Zagreb, Horvatovac 102a, 10000 Zagreb, Croatia;
teanovakovic@gmail.com,
bluzar@geol.pmf.hr

² Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering, Department of Geology and Geological Engineering, University of Zagreb, Pierottijeva 6, 10000 Zagreb, Croatia

³ Croatian Geological Survey, Department of Geology, Sachsova 2, 10000 Zagreb, Croatia

The Bilogora Mt. is a young transpressional morpho-structure of the Dinaric orientation situated in the south-western part of the Pannonian Basin. Its tectonic origin is related to the Neogene-Quaternary evolution of the Drava depression, while it received its present form during Pliocene-Quaternary inversion of older structures. This hilly terrain protrudes from the surrounding Drava and Bjelovar depressions and is largely composed of Neogene and Quaternary clastic sediments (Kranjec et al., 1971).

The goal of the study is to constrain the source of Quaternary sediments of the Bilogora Mt. The composition of sands and gravels sampled at three localities were studied by optical petrography. The studied sediments were previously dated by luminescence, which revealed a Middle Pleistocene age (Wacha et al., 2017). Quantitative heavy mineral analysis was conducted on a total of nine samples, five from the Cabuna site in the southeast, one from the Hampovica site located centrally, and three from the Mučna Reka site situated in the northwestern end of the Bilogora.

All of the studied samples from the Cabuna site are dominated by garnet which makes up approximately 50% of all translucent heavy minerals, along with epidote/zoisite, rutile and tourmaline. This suggests a largely Alpine source (Mutić, 1975). The material may have arrived directly and been deposited by the paleo Drava, or it could derive from recycling of recently uplifted Neogene strata. The sand from the Hampovica site contains mostly epidote/zoisite, followed by garnet, amphiboles and rutile. The proportion of garnet appears to decrease towards the northwest. At the Mučna Reka site, the samples are almost entirely devoid of garnet, which is unusual as modern sands of the Drava river and most of the loess and older Neogene sediments in the area are rich in garnet of Alpine provenance. This could indicate a local origin of the detritus, possibly from basement rocks being exhumed in the nearby Kalnik and Ivanščica mountains to the west, or even the Slavonian mountains to the southeast.

References

Kranjec, V., Prelogović, E., Hernitz, Z. & Blašković, I. 1971: O litofacijskim odnosima mlađih neogenskih i kvartarnih

sedimenata u širem području Bilogore (Sjeverna Hrvatska). Geološki vjesnik, 24: 47-55.

Mutić, R. 1975: Pijesak rijeke Drave u naslagama bušotine B-12 nedaleko Podravske Slatine. Geološki vjesnik, 28: 243-268.

Wacha, L., Matoš, B., Kunz, A., Lužar Oberiter, B., Tomljenović, B. & Banak, A. 2017: First post-IR IRSL dating results of Quaternary deposits from Bilogora (NE Croatia): Implications for the Pleistocene relative uplift and incision rates in the area. Quaternary International: 1-18.

Spremenljivost gladine podzemne vode v Pomurju: gre za naraven proces ali antropogeni vpliv?

Groundwater level variability in Pomurje: natural or anthropogenic disturbances?

Urška Pavlič & Petra Souvent

Agencija RS za okolje, Vojkova 1b, 1000 Ljubljana, Slovenija;
Urška.Pavlic@gov.si

Kvartarni aluvialni vodonosniki Pomurja so prodno peščenici zasipi reke Mure in njenih pritokov, v katerih prevladuje prosta gladina podzemne vode. Predstavljajo glavni vir pitne vode na tem območju. Podzemna voda se napaja iz padavin, iz površinskih dotokov, okoliških gričevij in iz Mure.

Državni monitoring količinskega stanja podzemnih voda v Pomurju obsega 25 merilnih mest. Sistematično dolgotrajno merjenje gladin podzemnih voda je podatkovna osnova za vse nadaljnje kompleksne hidrogeološke analize. Statistične analize gladin podzemne vode na merilnih mestih so običajno naš predmet zanimanja, saj privzamemo, da z meritvami in analizami gladin najbolj neposredno opišemo stanje celotnega vodonosnika.

Prispevek povzema podrobno analizo trendov z monotonimi in sekvenčnimi analizami značilnih nihanj mesečnih gladin podzemne vode, klastersko analizo in analizo mesečnih percentilov gladin podzemne vode na območju Pomurja v dolgoletnem obdobju meritev od začetka delovanja posameznega merilnega mesta do leta 2015. V procesu interpretacije rezultatov sva rezultate analize trendov gladin podzemne vode primerjali tudi s sorodnimi analizami spremenljivosti vsote mesečnih padavin in pretokov na izbranih merilnih postajah.

V osrednjem delu vodonosnika Prekmurskega polja, na Z in S delu vodonosnika Apaškega polja ter na Z delu vodonosnika Murskega polja je analiza pokazala statistično značilno zniževanje dolgoletnih nizkih in srednjih mesečnih gladin podzemne vode, pri čemer se je najbolj pogosto gladina značilno zniževala med aprilom in avgustom oziroma med marcem in julijem. V nasprotju s to tendenco je bil za iste spremenljivke na skrajnem S vodonosnika Prekmurskega polja in na JV delu Murskega polja opredeljen statistično značilen trend zviševanja gladin. Analiza sekvenčnih trendov je razkrila, da je do prevojev v trendih

mesečnih gladin podzemne vode največkrat prišlo ob koncu pomladi 1993 in 2000, ob koncu pomladi in v začetku poletja 2001 in v pomladnih in jesenskih mesecih l. 2003.

Statistično značilen trend mesečnih vsot padavin in nizkih in srednjih pretokov Mure ni bil ugotovljen. Nizki in srednji mesečni pretoki Ščavnice kažejo značilni trend zniževanja teh spremenljivk, pri čemer so bili z analizo sekvenčnih trendov ugotovljeni prevoji v nihanju nizkih mesečnih pretokov v l. 1993 in 2000 oziroma prevoji v nihanju srednjih mesečnih pretokov v l. 1993 in 2004. Prevoji v nihanju nizkih in srednjih pretokov Mure pa so bili ugotovljeni v l. 1967 in 2001.

Rezultati potrjujejo, da je režim nihanja gladin podzemne vode odraz kompleksne dinamike toka podzemne vode, ki ni neposredno in v celoti razložljiv s padavinami ali pretoki na širšem območju obravnavanih vodonosnikov. Z dolgoročnimi trendi mesečnih gladin podzemne vode je mogoče sklepati na vzrok za spremembo režima nihanja podzemne vode, ki je lahko naraven ali umeten. Tako lahko na eni strani povežemo prevoje v sekvenčnih trendih gladin v l. 1993 in med l. 2000 in 2003 z izrazito nizkimi količinami napajanja, medtem ko so nekateri drugi prevoji v dolgotrajnem nihanju gladin, ugotovljeni na lokalnih ravneh, lahko pokazatelj umetnih vplivov na vodonosnike, kot so poglabljanje struge Mure, regulacija potokov ali sprememba v rabi podzemne vode na vplivnem območju merilnih mest.

Possible occasional recovery of carbonate sedimentation within Istrian flysch basin

Verjetna občasna obnovitev karbonatne sedimentacije v Istrskem flišnem bazenu

Krešimir Petrinjak¹, Stanislav Bergant¹,
Tomislav Kurečić¹ & Šimun Aščić²

¹ Croatian geological survey, Department of Geology,
Sachsova 2, 10000 Zagreb, Croatia;
kpetrinjak@hgi-cgs.hr

² Faculty of Science, Department of Geology, Division of
Geology and Paleontology, Horvatovac 102a, 10000 Zagreb,
Croatia;
simeascic@geol.pmf.hr

During geological mapping of Istria, numerous carbonate beds (megabeds) were recorded within the informal lithostratigraphic unit known as Istrian flysch. Istrian flysch deposits are characterized mostly by the typical alternations of hemipelagical marls and gravity-flow deposits. The monotonous succession of marls and mixed carbonate-siliciclastic sandstones is intercalated with several thick carbonate beds (megabeds) composed of breccias, conglomerates, bioclastic arenites/siltites and marls. The thickness of these megabeds is 0.5 - 5 m, rarely over 10 m. The megabeds are interpreted as a complex sequences of debrites and turbidites and characterize the

lower part of the basin fill (Bergant et al., 2003). In eastern Istria, near the town of Pićan, an unusual carbonate layer is mapped, named "Pićan bed", whose genesis can not be explained by the depositional mechanisms of turbidite currents or debris flows.

The aim of this research is to define the depositional environments of the "Pićan bed". For this purpose a detailed field investigation was performed and a detailed sedimentological section was logged at Pićan (Pić-I). It is estimated that the base of the investigated section is composed of normal, tectonically undisturbed Paleogene succession, which begin with the "Foraminiferal limestone" informal lithostratigraphic unit, which gradually transits into "Marls with Crabs" and then into "*Globigerina* marls". The interval of massive "*Globigerina* marls" is 100 m thick and transits into the Istrian flysch unit. Flysch deposits start with the first occurrence of calcarenite beds and are generally covered by vegetation in the selected section but are well documented in the surrounding area.

Preliminary results show that the "*Globigerina* marls" and Flysch belong to the NP17 Calcareous Nannofossil zone according to investigated nannofossil assemblage. The "Pićan bed" occurs in the top part of the section, is about 18 m thick and is homogeneous with no visible internal structure. Its microfacies is described as wackestone-packstone, with bioclasts: numulites, orthophraminids and corallinaceas. According to its petrographical characteristics, "Pićan bed" is very likely a results of a similar carbonate sedimentation as characteristic for the underlying Foraminiferal limestones.

References

Bergant, S., Tišljar, J. & Šparica, M. 2003: Eocene carbonates and flysch deposits of the Pazin Basin. In: Vlahović, I. & Tišljar, J. (eds.), Evolution of Depositional Environments from the Paleozoic to the Quaternary in the Karst Dinarides and the Pannonian Basin, 22nd IAS Meeting of Sedimentology - Opatija 2003, Field trip guidebook: 57-63.

Določitev dinamike geomehanske nestabilnosti heterogenih hribin: primer regionalne ceste Morsko–Kanalski vrh

Determination of the dynamics of geomechanical instabilities of heterogeneous slopes: the case of the Morsko - Kanalski vrh regional road

Željko Pogačnik¹, Marjana Zajc², Polona Hafner³ & Goran Vižintin⁴

¹ Georudeko, geologija, rudarjenje in ekologija, d.o.o., Anhovo 1, 5210 Deskle, Slovenija; zeljko.pogacnik@georudeko.si

² Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija

³ Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za prirastoslovje in gojenje gozda, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenija

⁴ Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geotehnologijo, rudarstvo in okolje, Aškerčeva cesta 12, 1000 Ljubljana, Slovenija

Geomehanske nestabilnosti heterogenih kamnin pogojuje njihova strukturna in litološka postavitev v prostoru. Pri izvajanju infrastrukturnih posegov na takem območju je zato potrebno razumeti tudi pokazatelje, ki v svojem izhodišču niso geološke narave, čeprav geologija posredno pogojuje njihov nastanek oz. ohranitev. Kot primer razumevanja in branja takih podatkov je bila analizirana flišna sekvenca ob regionalni cesti Morsko–Kanalski vrh, kjer nastopajo tipske heterogene kamnine. Geološko podlago, na kateri se nahaja regionalna cesta, predstavlja antiformalno krilo litološkega stika lapornoapnenčevih breč v talnini, na katero zvezno nalega karbonatna sekvenca konglomeratnih breč ter peščenjakov različnih zrnivosti. Vzdolž ceste antiformalno strukturo seka topografska depresija-kanjon, katerega usmerjenost poteka vzporedno z osjo regionalne ceste.

Detaljni pregled terena razkrije, da se na ostenjih kanjona nahajajo strukture, ki potrjujejo, da se je v karbonatnem kompleksu razvil kras. Najdene sledi dopuščajo interpretacijo, da je bila prvotna struktura razvita v obliki kraškega sistema-jame, tipa kontaktni kras, ki se je naknadno porušila, najverjetneje zaradi 1.) neugodnih prostorsko umeščenih litološko strukturnih kontaktov in/ali 2.) antropogenih dejavnikov, kot so lahko (A.) uporaba karbonatnih kamnin za izgradnjo kamnitih zidov ob gradnji železnice Jesenice–Trst oz. (B.) posledice bombardiranja frontnih linij med 1. svetovno vojno oz. 3.) nepravilni posegi v prostor ob gradnji/vzdrževanju cestne infrastrukture. Za preverbo hipoteze je bil temu primerno narejen UAV pregled terena. Poleg tega so bili vzdolž cestišča posneti georadarski profili, katerih namen je potrditi prisotnost neugodno usmerjenost struktur v talnini cestišča, ki bi zaradi neugodnega litološkega kontakta omogočale plazenje hribinske mase. Za potrditev prisotnosti tovrstnih struktur so bila detaljno litostratigrafsko analizirana tudi ostenja kraškega sistema (kanjona) ter osamelci (bloki) v kanjonu. V raziskavo smo vključili tudi dendrokronološko analizo dreves, ki rastejo na posameznih osamelcih znotraj

in ob robu kanjona. Z določitvijo starosti dreves in analizo morebitnih anomalij v branikah bomo skušali opredeliti časovno komponento dinamike proučevanega terena.

Potencial tvorbe pirita v jezerskih sedimentih kot posledica razpada/živiljenjskih procesov makroflore – primer sedimentov jezera Most na Soči

The potential of pyrite formation in lake sediments as a result of decomposition/life processes of the macroflora - the case of Most na Soči lake sediments

Željko Pogačnik¹, Miloš Miler², Tomaž Prus³ & Marko Zupan³

¹ Georudeko, geologija, rudarjenje in ekologija, d.o.o., Anhovo 1, 5210 Deskle, Slovenija; zeljko.pogacnik@georudeko.si

² Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija

³ Center za pedologijo in varstvo okolja, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, Slovenija

Razumevanje sedimentoloških procesov v različno trofičnih okoljih (evtrofnih / mezotrofnih / oligotrofnih) s ponavljajočo časovno periodo (zajezitve rek/akumulacijska jezera v časovnem intervalu od 16–20 let) omogoča primerno napoved ohranjanja življenjskega okolja vodnih organizmov ter posredno napoved migracije nekaterih dvovalentnih kovin v okolje. V ta namen so bile izvedene preiskave rečno/jezerskih sedimentov nastalih kot posledica zajezitve reke Soče na Mostu na Soči, s ciljem ugotovitve potenciala razpada makroflore (ostankov lesa in listja) in posredno predvidene tvorbe Fe-sulfida.

Ob izpraznitvi akumulacijskega jezera je bil na levem delu struge izdelan detaljni litološki popis sedimentov z odvzemom organskih horizontov ter vzorcev vodnih rastlin po različnih globinah brežine struge. Vzorcem je bila določena granulometrična sestava, celokupna kemijska sestava mulja in melja, petrografska analiza zelo drobnozrnatih do srednjezrnatih peskov ter prikamnine (struge, ki kaže prehodne fronte oksidnega-anoksidnega okolja), celokupni delež organske snovi ter detaljna SEM/EDX analiza fragmentov makroflore.

Preliminarni rezultati kažejo na potencial in omejitve tvorbe sulfidov v tovrstnem okolju, najverjetneje kot posledica difuzivnega pretoka plinskih komponent (CO₂, CH₄ ter O₂) in kompleksnih pogojev vezanih na mikrolokacije (tako v litostratigrafski vertikali kot litološki horizontali) oksidativnih pogojev oz. anaerobne degradacije.

Mineralisation types at Cannington Ag-Pb-Zn deposit

Tipi mineralizacij Ag-Pb-Zn rudišča Cannington

Emil Pučko

Geological Survey of Slovenia, Dimičeva ul. 14,
1000 Ljubljana, Slovenia;

emil.pucko@geo-zs.si

Cannington Ag-Pb-Zn deposit is located in the western part of Queensland in Australia, approximately 135 km SSE of township of Cloncurry. It was discovered in 1990 as the result of an Australia-wide Broken Hill type ore-body search and mining started in 1997. The mine used to be the world's largest producer of Ag with its record production in 2005 of app. 44 Moz (Million ounces, i.e. ca. 1250 tonnes) of silver at an average ore grade of 515 g/t. Today, Cannington mine is 100% owned and operated by South32, and produces approximately 7% of the world's lead and 6% of the world's silver.

The Cannington Ag-Pb-Zn deposit is overlaid by 10-60 metres of sediments belonging to the Cretaceous overburden. It is interpreted that part of the orebody has been removed by pre-Cretaceous erosion as the deposit subcrops at the basement unconformity (Walters et al., 2002). Walters et al. (2002) and Bailey (1998) describe the host lithology as a sequence of garnetiferous psammite within a monotonous migmatitic quartzo-feldspathic and psammopelitic gneiss. The gneiss has a well-developed banding or foliation and is often intercalated with quartzite bands (Bodon, 1998). The deposit also contains numerous sillimanite-muscovite-biotite-schist, pegmatite and amphibolite bodies including the core amphibolite that occupies a synform.

Economic mineralisation at the Cannington deposit is hosted by siliceous and Fe-Ca-Mn-F-rich lithologies, with zonation between silver-lead and zinc-dominant ore lenses (Walters & Bailey, 1998). In addition to the economic ore lenses a significant volume of sub economic mineralisation and alteration exists surrounding the main lenses, defining a low-grade envelope with an 1800 m N-S striking extent, a maximum thickness of 200-300 m and depths of over 600 m below surface (Walters et al, 2002). The main sequence is divided on the basis of mafic and nonmafic (siliceous) lithologies. The mafic mineralisation types are mostly in hedenbergite and pyroxmangite rich quartzites. Generally, mafic mineralisation types contain higher amounts of Ag. The siliceous lodes are mostly in quartzite and garnet rich quartzite. The third set of mineralisation types are represented by alternating mafic and siliceous bands of hedenbergite-garnet. The Cannington deposit has been classified as a Broken Hill type deposit. Characteristic features that define the Broken Hill type of deposits include coarse-grained and zoned Ag-Pb-Zn rich stratabound ore lenses (Wright et al., 2017).

References

- Bailey, A. 1998: Cannington silver-lead-zinc deposit. In: Berkman, D.A. & Mackenzie, D.H. (eds.), *Geology of Australian and Papua New Guinean Mineral Deposits*. The Australasian Institute of Mining and Metallurgy, Melbourne: 783-792.
- Bodon, S. B. 1998: Paragenetic relationships and their implications for ore genesis at the Cannington Ag-Pb-Zn deposit, Mount Isa Inlier, Queensland, Australia. *Economic Geology*, 93: 1463-1488.
- Walters, S. G. & Bailey, A. 1998: Geology and mineralisation of the Cannington Ag-Pb-Zn deposit: an example of Broken Hill type mineralisation in the Eastern Succession, Mount Isa Inlier, Australia. *Economic Geology*, 93: 1307-1329.
- Walters, S., Skrzeczynski, R., Whiting, T., Bunting, F. & Arnold, G. 2002: Discovery and geology of the Cannington Ag-Pb-Zn deposit, Mount Isa Eastern Succession, Australia: development and application of an exploration model for Broken Hill-type deposits in Integrated Methods for Discovery. *Global Exploration in the 21st Century*, special publication, 9: 95-118 (Society of Economic Geologists: Littleton).
- Wright, K., James, B. & Pučko, E. 2017: Cannington Ag-Pb-Zn deposit, Australian Ore Deposits - Monograph 32. The Australasian Institute of Mining and Metallurgy, Melbourne: 507-512.

New findings on origin of mineral water and gas in Rogaška Slatina

Nova spoznanja o izvoru mineralne vode in plina v Rogaški Slatini

**Nina Rman¹, Andrej Lapanje¹, Teodóra Szócs²,
László Palcsu³ & Peter Junež⁴**

¹ Geological Survey of Slovenia, Dimičeva ul. 14,
1000 Ljubljana, Slovenia;
nina.rman@geo-zs.si

² Geological and Geophysical Institute of Hungary,
Stefania u.14, 1143 Budapest, Hungary

³ Hertelendi Laboratory of Environmental Studies,
Bem tér 18/c, 4026 Debrecen, Hungary

⁴ DROGA KOLINSKA d.d., Kolinska ulica 1, 1544 Ljubljana,
Slovenia

Donat Mg brand is a Mg-Na-HCO₃-SO₄ natural mineral water with high concentrations of magnesium (1,017 mg/l), sulphate (2,200 mg/l) and bicarbonate (7,700 mg/l) ions. It is stored in fissured Lower Oligocene andesitic tuff and andesite and produced from two up to 600 m deep wells in Podplat and Rogaška Slatina with the maximum production rate of up to 1.2 l/s. This research focused on identification of the water and gas phase origin, mean residence time, and mixing ratios. Sampling in 2016 was performed by MBFSZ and GeoZS at five wells screened from 20 to 606 m (V-3/66-70, RgS-2/88, K-2/75, G-10/95, Kraljevi vreclec). Additional information from 1.7 km deep well Rt-1/92 was also included.

The analyses were performed at MBFSZ, Vizkutató Vizkemija Kft., Hydrosys Labor Ltd., Jožef Stefan Institute,

Hertelendi Laboratory of Environmental Studies in the Institute of Nuclear Research of the Hungarian Academy of Sciences, and Strontium Isotope Lab in Salt Lake City.

The temperature of mineral water varies from 12.9 °C to 28.3 °C, conductivity from 4,980 µS/cm to 11,080 µS/cm, pH from 6.3 to 6.9, and m-alkalinity from 84 mmol/l to 148 mmol/l. K-2/75, RgS-2/88 and V-3/66-70 show enrichment in magnesium, while dolomite and limestone weathering prevails elsewhere.

$\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^2\text{H}$ confirm meteoric origin of water as in Trček & Leis (2017), and add new information on K-2/75, which lies between V-3/66-70 plus RgS-2/88, and Kraljevi vrelec. The four samples have lighter in $\delta^{18}\text{O}$ due to CO_2 exsolution. Tritium is noticeable in Kraljevi vrelec (2.991 ± 0.117 TU), very low in RgS-2/88 (0.035 ± 0.026 TU) and 0.011 ± 0.022 TU to 0.000 ± 0.019 TU in others. $\delta^{13}\text{C}_{\text{DIC}}$ is -1.8 to 1.3 ‰ in mineral waters due to dissolution of carbonates and volcanic CO_2 . Determination of mineral water retention time with ^{14}C depends much on the selected correction method and we assume that Trček & Leis (2017) gave underestimated times.

$\delta^{34}\text{S}_{\text{SO}_4}$ was determined for the first time in Rogaška Slatina denoting the same origin of sulphur, from dissolution of evaporitic minerals in carbonates or limestone. $\delta^{11}\text{B}$ shows two groups: lighter isotopes from hydrothermal alterations and andesite (Rt-1/92, V-3/66-70, RgS-2/88), and heavier, originating from dissolution of marine rocks (G-10/95, Kraljevi vrelec, K-2/75). K-2/75, RgS-2/88 and V-3/66-70 have low Sr concentrations. The $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ distinguish among three aquifers: younger andesitic (V-3/66-70, RgS-2/88), Mesozoic carbonates (K-2/75, G-10/95), and clastics (Rt-1/92, Kraljevi vrelec). Noble gases show exceptional 73-97% of mantle He and CO_2 , confirming findings of Bräuer et al. (2016). However, 85% of crustal He is reported in Rt-1/92.

References

Bräuer, K. Geissler, W.H., Kämpf, H., Niedermann, S. & Rman, N. 2016: Helium and carbon isotope signatures of gas exhalations in the westernmost part of the Pannonian Basin (SE Austria/NE Slovenia): Evidence for active lithospheric mantle degassing. *Chemical Geology*, 422: 60-70.

Trček, B. & Leis, A. 2017: Overview of isotopic investigations of groundwaters in a fractured aquifer system near Rogaška Slatina, Slovenia. *Geologija*, 60/1: 49-60.

Analiza črpalnih preizkusov v korakih pri geotermalnih vrtinah

Pumping step test analysis in geothermal wells

Luka Serianz¹, Nina Rman¹ & Mihael Brenčič^{1,2}

¹ Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14,
1000 Ljubljana, Slovenija;
luka.serianz@geo.zs.si,
nina.rman@geo-zs.si

² Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta,
Oddelek za geologijo, Aškerčeva cesta 12, 1000 Ljubljana,
Slovenija;
mihael.brencic@geo.ntf.uni-lj.si

V Sloveniji je raba termalne podzemne vode opredeljena z Uredbami o koncesiji za rabo termalne vode po Zakonu o vodah (Uradni list RS, št. 67/02, 2/04 – ZZdl-A, 41/04 – ZVO-1, 57/08, 57/12, 100/13, 40/14 in 56/15). Na podlagi 4. člena Uredb morajo koncesionarji izvajati monitoring podzemne vode, ki obsega meritve obnavljanja vodnega vira ter kemijske sestave podzemne vode in izpolnjevati zahteve iz priloge 2, ki je sestavni del Uredb. Med drugimi je predviden tudi nadzor nad hidravličnimi značilnostmi vrtine. Slednje se preverjajo s črpalnimi preizkusi v korakih (ang. *step test*).

Za potrebe spremljanja hidravličnih značilnosti vrtine se uporablja črpalni preizkus v korakih, v katerih se črpajo različne količine podzemne vode. Test se izvaja v vsaj treh korakih, priporočljivo pa ga je izvesti v štirih korakih. Vsak korak črpanja je enako dolg in traja od trideset minut do dveh ur ali do stabilizacije gladine podzemne vode, s katero izničimo učinek uskladiščenja v vrtini. Poleg parametrov učinkovitosti vrtine izračunamo tudi specifično izdatnost. Izračun slednje je koristen za primerjavo učinkovitosti vrtine skozi daljši čas uporabe in pokaže, ali je potrebna revitalizacija objekta (npr. čiščenje oziroma ponovno aktiviranje).

V letih od 2016 do 2018 so bili črpalni preizkusi v korakih izvedeni na več kot 25 vrtinah po Sloveniji, od tega 60 % v razpoklinskih vodonosnikih in 40 % v medzrnskih vodonosnikih. Približno 57 % geotermalnih vrtin, za katere je podeljena koncesija, je starejših od 30 let. V nekaterih primerih prihaja do obarjanja mineralov, razplinjanja ali iznašanja drobnozrnatega materiala, zato je potrebna pravočasna izvedba ukrepov za preprečevanje poslabšanja njihovega stanja.

Obdelava večstopenjskih črpalnih preizkusov v geotermalnih vrtinah kaže, da interpretacija in medsebojna primerjava med posameznimi objekti ni enoznačna. Že učinkovitost vrtine, ki jo opredeljujemo kot delež znižanja zaradi izgub v vodonosniku z znižanjem zaradi izgub v vrtini, je odvisna od pogojev, v katerih se izvajajo črpalni preizkusi.

Pri izvedbi črpalnih preizkusov se je izkazalo, da številne vrtine še nimajo ustrezno urejenih ustij in merilne opreme, ki bi omogočala zanesljivo izvedbo preizkusa. Z izvedbo preizkusov smo skušali vpeljati dobro prakso in poenotiti njihovo izvedbo. Pri interpretaciji smo se posvetili odvi-

snosti rezultatov in uporabljene metode od vodonosnika, prisotnosti hidravličnih mej in parametrov raba (npr. sezonskost odvzema in vodnega stanja).

Geološka služba za Evropo (GeoERA) – oblikovanje skupnega raziskovalnega prostora evropskih geoloških zavodov

Establishing the European geological surveys research area to deliver a geological service for europe (GeoERA)

Barbara Simić & Jasna Šinigoj

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

barbara.simic@geo-zs.si,

jasna.sinigoj@geo-zs.si

V želji prispevati k optimalni rabi in upravljanju podzemlja ter integraciji podatkov in informacij geoloških zavodov o podzemni vodi, geoenergiji in mineralnih surovinah je Geološki zavod Slovenije pristopil k oblikovanju skupnega raziskovalnega prostora evropskih geoloških zavodov s programom GeoERA (<http://geoera.eu/>). GeoERA spada v okvir finančne sheme ERA-NET, ki financira EU programe za raziskave, razvoj in inovacije. Pri oblikovanju skupnega evropskega raziskovalnega prostora (ERA) z mednarodno koordinacijo nacionalnih raziskovalnih programov sodelujeta Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport in Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije, ki je izdalo soglasje za sodelovanje Geološkega zavoda Slovenije pri izvajanju GeoERA.

V GeoERA sodeluje 48 nacionalnih in regionalnih geoloških zavodov iz 33 evropskih držav. Za vodenje in organizacijo GeoERA je odgovoren sekretariat, katerega član je tudi GeoZS, ki je odgovoren za nadzor financiranih projektov.

V okviru GeoERA je bil objavljen skupni razpis za sofinanciranje transnacionalnih raziskovalnih projektov v štirih tematskih sklopih in sicer

1. *Geoenergija* – Evropske države težijo k vzpostavitvi zanesljivega, trajnostnega in konkurenčnega energetskega sistema, vendar pa je istočasno potrebno najti rešitve za pomanjkanje energetskega virov, ki je povezano z naraščajočimi energetske potrebami in hkrati zmanjšati posledice negativnih vplivov na okolje in prostor ter podnebni sprememb. V luči naštetih izzivov je skupni namen projektov v sklopu Geoenergija razvoj preglednega, usklajenega in znanstveno utemeljenega panevropskega poznavanja potenciala podzemlja za zagotavljanje in skladiščenje energetskega virov in poznavanja medsebojnih vplivov različnih načinov rabe podzemlja.

2. *Podzemna voda* – Cilj raziskav tematskega sklopa GeoERA podzemna voda je priskrbiti podatke, informacije in orodja za odločanje, za dolgotrajno zaščito, trajnostno

upravljanje in izboljšanje stanja virov podzemne vode v Evropi glede na družbene izzive in politiko EU. S pomočjo razvoja učinkovitih orodij in metodologij za spremljanje, modeliranje, upravljanje in vizualizacijo podatkov se bo izboljšalo naše razumevanje sistemov podzemne vode in njihove interakcije s površinsko vodo in ekosistemi.

3. *Surovine* – Raziskave v tematskem sklopu Surovine imajo namen optimizirati rabo in ravnanje s surovinami in hkrati zmanjšati potencialne negativne vplive na okolje in prostor, zdravje in družbo kot celoto. Prispevali bodo tudi k izboljšanju poznavanja evropske regionalne geologije in metalogeneze.

4. *Informacijska platforma* – V okviru tematskega sklopa prostorskih podatkov bo potekal razvoj skupne geoznanstvene informacijske platforme, ki bo omogočala povezovalne najnovejših podatkov, interpretacij in modelov iz različnih in porazdeljenih virov, tako znotraj kot tudi med tremi glavnimi tematskimi sklopi GeoERA. Platforma bo osnovana na rezultatih, pridobljenih med razvojem European Geological Data Infrastructure (EGDI, www.europe-geology.eu).

Za financiranje je bilo izbranih 15 projektov v skupni vrednosti 30 MIO EUR in GeoZS sodeluje v 10 projektih.

Fosilni mnogoščetinci spodnjekarnijskega apnenca pri Lesnem Brdu

Fossil polychaetes from the Lower Carnian limestone at Lesno Brdo, central Slovenia

Tim Sotelsek¹, Nik Gračanin², Matic Riff³ & Luka Gale^{4,5}

¹ Kocjanova ul. 4, 4000 Kranj, Slovenija;

tim.sotelsek@gmail.com

² Cesta Jaka Platiše 21, 4000 Kranj, Slovenija;

nickster.gracanin@gmail.com

³ Pionirska ul. 13a, 1235 Radomlje, Slovenija;

riff.matic@gmail.com

⁴ Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta,

Oddelek za geologijo; Privoz 11, 1000 Ljubljana, Slovenija;

luka.gale@ntf.uni-lj.si

⁵ Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija

V kamnolomu spodnjekarnijskega masivnega apnenca pri Lesnem Brdu nastopajo lečasta telesa z veliko gostoto cevk fosilnih mnogoščetincev reda Terebellida. Leče so nepravilnih oblik in merijo tudi več metrov v premeru. Po trenutni interpretaciji (Gale et al., 2018) gre morda za *in situ* ohranjene terebelidne tvorbe z zunanjega roba ali zgornjega pobočja platforme.

Mnogoščetinci so skupina kolobarnikov s hitinastimi ščetinami na parapodijih (Fauchald, 1977). Nekateri telo obdajo z organsko, karbonatno ali aglutinirano cevko. Zaradi krhkosti se aglutinirane cevke redko fosilizirajo. Zanimale so nas lateralne spremembe v gostoti in velikosti terebelidnih cevk ter povezava med premerom, sestavo zrn,

ki so bila vgrajena v steno cevki, in sestavo obdajajočega sedimenta. Razlike v gostoti in velikosti cevki znotraj leč smo preučili na primeru dveh leč, sestavo in velikost zrn v stenah terebelidnih cevki pa smo opazovali v zbruskih.

Gostota terebelidnih cevki v prvi leči variira med 10 in 53 %, v drugi leči pa med 6 in 64 %. Povprečna velikost cevki v prvi leči se giblje med 0,24 in 0,71 cm, največje pa merijo od 0,42 do 1,75 cm. Najmanjše osebke najdemo na robovih in v zgornjem delu leče. Povprečna velikost cevki v drugi leči znaša od 0,24 do 0,57 cm, največja pa od 0,44 do 1,35 cm, vendar pri drugi leči povezave med gostoto in velikostjo cevki ni. Stene cevki so zgrajene iz aglutiniranih peloidov in drobnih bioklastov. Vmesni prostor zapolnjuje mikrosparit. Povprečna velikost aglutiniranih zrn je 0,05–0,08 mm. Največja velikost zrn variira med 0,10 in 0,21 mm. Korelacije med velikostjo premera in velikostjo aglutiniranih zrn nismo opazili – velikost zrn je bolj ali manj konstantna, ne glede na velikost cevki.

Možno bi bilo, da so terebelide živele v gručinah v mehkelem sedimentu ob prisotnosti počasnega toka. Med zgornje dele cevki se je lovilo blato, med tistimi, ki so bile bolj izpostavljene toku, pa se je izločil obrobni cement. Z akumulacijo sedimenta je tako nastala lečasta oblika, ki jo vidimo danes. Postopen upad števila cevki proti robom leče lahko razložimo tako, da so robni deli populacije ščitili jedro pred preveliko količino sedimenta, zaradi česar tam najdemo več cevki. Prevelik vnos sedimenta bi skrčil obseg populacije, dokler ne bi bila ta povsem zasuta. Razporeditev velikosti in gostote cevki v drugi leči tega ne potrjuje, vendar moramo dodati, da je bil morda v tem primeru analiziran premajhen del leče.

Literatura

- Fauchald, K. 1977: The polychaete worms: Definitions and keys to the orders, families and genera. Science Series, 28: 188 p.
- Gale, L., Peybernes, P., Clearc, B., Hočevár, M., Šelih, V.S. & Martini, R. 2018: Biotic composition and microfacies distribution of Upper Triassic build-ups: new insights from the Lower Carnian limestone of Lesno Brdo, Central Slovenia. Facies, 64: 17, 24 p, doi:10.1007/s10347-018-0531-6.

Ozaveščanje splošne javnosti o pomenu geološke dediščine v okviru projekta GEOTOUR

Awareness of general public on the importance of the geological heritage in the framework of the project GEOTOUR

Martina Stupar¹, Mojca Bedjanič², Mina Dobravec³, Tanja Lukežič¹, Andreja Škedelj Petrič⁴, Tadeja Šubic⁵, Helena Tehovnik⁶ & Mojca Zega¹

¹ Zavod Republike Slovenije za varstvo narave (ZRSVN), Območna enota Nova Gorica, Delpinova 16, 5000 Nova Gorica, Slovenija;

martina.stupar@zrsvn.si,
tanja.lukezic@zrsvn.si,
mojca.zega@zrsvn.si

² ZRSVN, Območna enota Maribor, Podbreška cesta 20, 2000 Maribor, Slovenija;

mojca.bedjanic@zrsvn.si

³ ZRSVN, Osrednja enota, Tobačna ulica 5, 1000 Ljubljana, Slovenija;

mina.dobravec@zrsvn.si

⁴ ZRSVN, Območna enota Novo mesto, Adamičeva ulica 2, 8000 Novo mesto, Slovenija;

andreja.skedelj-petric@zrsvn.si

⁵ ZRSVN, Območna enota Kranj, Planina 3, 4000 Kranj, Slovenija;

tadeja.subic@zrsvn.si

⁶ ZRSVN, Območna enota Ljubljana, Cankarjeva 10, 1000 Ljubljana, Slovenija;

helena.tehovnik@zrsvn.si

Splošna javnost je na načelni ravni močno zainteresirana za ohranjanje narave in varstvo geološke dediščine. Z večanjem interesa in števila obiskovalcev v geoparkih, se povečuje tudi potreba po informiranju, saj nepoznavanje osnovnih pravil obnašanja na geoloških profilih in nahajališčih mineralov ali fosilov ter pomanjkanje geološkega znanja lahko povzroči nepovratno škodo na geološki dediščini. Varstvo geološke dediščine je specifično področje, ki je na zakonodajnem nivoju dobro urejeno, pri konkretizaciji in uporabi aktov v vsakdanjem življenju pa se pojavljajo težave. Poljuden in obiskovalcem prijazen način informiranja je zato ključnega pomena.

Z ustanovitvijo dveh slovenskih geoparkov se je pomen geološke dediščine kot prepoznavnega dela slovenske nacionalne identitete močno povečal. V geoparkih, kjer je geološka dediščina motiv in cilj obiskovalcev, je vzpostavitev ustreznega ravnesja med razvojem turizma in varstvom geološke dediščine bistvenega pomena in velik izziv tako za upravljavce kot tudi za domačine. S podobnimi izzivi se srečujejo tudi v drugih evropskih geoparkih, zato se je okviru programa Interreg Podonavje povežalo enajst partnerjev iz osmih držav, od tega je osem geoparkov, ki sodelujejo v projektu GeoTour z naslovom »Valorizacija geo-dediščine za trajnostni in inovativni razvoj turizma v Podonavskih geoparkih«. Zavod Republike Slovenije za varstvo narave (ZRSVN) je prepoznal priložnost za sodelovanje v tem projektu in sicer pri pripravi strategije upravljanja (Laganis & Stupar, 2017) in razvijanju

praktičnih rešitev za spodbujanje varstva in promocije geološke dediščine v geoparkih. V okviru projekta se pripravljata skupen produkt – Podonavska geološka pot, ki bo unikaten, trajnostni turistični produkt vseh osmih geoparkov.

Za doseganje trajnostne rabe geološke dediščine in pomoč pri njeni interpretaciji smo na ZRSVN v okviru projekta izdelali tri različne plakate na katerih so s fotografijami predstavljeni redki in izjemni slovenski minerali in fosili ter geološke naravne vrednote, na drugi strani pa so s pomočjo stripa predstavljeni osnovni principi obnašanja in priporočila za obiskovalce v naravi, t.i. GEOBONTON.

Plakati so dostopni v pdf. formatu na internetni strani projekta (www.interreg-danube.eu/approved-projects/danube-geotour/news/) in na internetni strani ZRSVN (www.zrsvn.si), ter v tiskani obliki na vseh območnih enotah in na osrednji enoti ZRSVN. V angleških verzijah plakatov so uporabljene fotografije mineralov, fosilov in geoloških vrednot iz osmih geoparkov, ki so partnerji v projektu GeoTour.

Literatura

Laganis, J. & Stupar, M. 2017: Common strategy for sustainable management of geotourism pressures in geoparks. Institute of the Republic of Slovenia, Nova Gorica: 40 p.

Sistem zgodnjega opozarjanja za primer nevarnosti verjetnosti proženja zemeljskih plazov – MASPREM

System for early warning due to increased landslide hazard – MASPREM

Jasna Šinigoj¹, Mateja Jemec Auflič¹, Špela Kumelj¹, Tina Peternel¹, Matija Krivic¹, Janez Vegan¹ & Marko Zakrajšek²

¹ Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

jasna.sinigoj@geo-zs.si

² e-Tutor s.p., Medetova ulica 1, 4000 Kranj, Slovenija

Geološki zavod Slovenije je za potrebe Ministrstva za obrambo in Uprave RS za zaščito in reševanje (URSRR) vzpostavil sistem zgodnjega opozarjanja za primer nevarnosti proženja zemeljskih plazov (MASPREM), ki opozarja, da bo/je v primeru preseženih mejnih vrednosti količin padavin na določenih območjih, povečana verjetnost proženja zemeljskih plazov. Sistem zgodnjega opozarjanja MASPREM je od septembra 2013 dalje operativen.

Osnovna ideja izdelave sistema za napovedovanje plazljivih območij je pridobiti uporabno orodje za zgodnje opozarjanje v primeru nevarnosti proženja zemeljskih plazov, kot pomoč pri učinkovitem izvajanju temeljnih nalog zaščite in reševanja ter zagotavljanja ustrezne preventive in pravočasno pridobivanje podatkov za odločanje o izvajanju ustreznih ukrepov in nalog v primeru plazenja tal.

Sistem MASPREM je sestavljen iz treh glavnih modulov, spletnega GIS pregledovalnika in spletne aplikacije e-Plaz. Sestavni deli sistema so:

- modul za vsakodnevni prenos/pridobivanje podatkov;
- modul za dinamično modeliranje napovedi:
 - izpostavljenih območij za primer nevarnosti proženja zemeljskih plazov v odvisnosti od napovedanih količin padavin (1 : 250.000);
 - o modul za dinamično modeliranje napovedi izpostavljenosti prebivalcev, objektov in infrastrukture zaradi pojavov zemeljskih plazov (1 : 25.000);
- modul za izvoz in distribucijo podatkov,
 - spletni servisi (WMS ali WFS) in
 - obveščanje po elektronski pošti;
- spletni GIS pregledovalnik ter
- spletna aplikacije e-Plaz.

Sistem MASPREM dvakrat dnevno samodejno prenese podatke o napovedi padavin na strežnik GeoZS in z dinamičnim modeliranjem izračuna območja povečane verjetnosti proženja zemeljskih plazov, tega pa nato prikaže na spletnem GIS pregledovalniku in s strežnikom MapServer prenese v informacijski sistem URSRR. V primeru povečane verjetnosti proženja zemeljskih plazov pa sistem še dodatno samodejno obvešča preko e-pošte.

Meteorološke podatke za potrebe vzpostavitve in delovanja sistema MASPREM zagotavlja Agencija republike Slovenije za okolje, Urad za meteorologijo.

3D geološko modeliranje – od načrtovanja do izvedbe (primer Mestna občina Ljubljana)

3D geological modelling – from planning to implementation (case study of the City of Ljubljana)

Dejan Šram, Mitja Janža, Andrej Lapanje, Dušan Rajver, Matevž Novak & Katja Koren

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

dejan.sram@geo-zs.si,

mitja.janza@geo-zs.si,

andrej.lapanje@geo-zs.si,

dusan.rajver@geo-zs.si,

matevz.novak@geo-zs.si,

katja.koren@geo-zs.si

Modeliranje je proces, kjer poskušamo prenesti lastnosti raziskovanega predmeta na podoben predmet po določenih pravilih. Strukturni model je jedro 3D geološkega modeliranja je pri katerem želimo opredeliti geometrijo raziskovanega območja in ga lahko v nadaljevanju uporabimo za hidrogeološko oz. termično modeliranje. 3D strukturno-geološki model je izdelan na podlagi površinske geološke karte, litoloških popisov vrtin in izrisanih prečnih 2D profilov.

V sklopu projekta GeoPLASMA-CE (internet 1) smo za

oceno plitvega geotermalnega potenciala izdelali 3D strukturno-geološki model pilotnega območja Mestne občine Ljubljana, do globine 200 m in ga nadgradili s podatki za hidrogeološko in termično modeliranje. Za izdelavo 3D strukturno-geološkega modela smo: 1.) uskladili geološko karto v merilu 1 : 25 000, 2.) zbrali dostopne litološke popise vrtin in 3.) izrisali prečne 2D profile. Pilotno območje v grobem lahko razdelimo na tri hidrogeološke enote; odprt vodonosnik Ljubljansko polje, polzaprt vodonosnik Ljubljansko barje in obrobno gričevnato območje brez pomembnejših količin podzemne vode. Urbaniziran del je predvsem na območjih obeh vodonosnikov, ki predstavlja ta največji potencial za rabo plitve geotermalne energije.

Poznavanje dinamike toka podzemne vode je na Ljubljanskem polju in Ljubljanskem barju relativno dobro, medtem ko so termične lastnosti kamnin in sedimentov slabše raziskane. Za izboljšanje vedenja slednjih smo na podlagi usklajene geološke karte pilotnega območja izmerili termične lastnosti kamnin in zemljin ter vzpostavili merilno mrežo, kjer od maja 2017 zvezno opazujemo temperature podzemne vode (Janža et al., 2017).

Na podlagi 3D strukturno-geološkega modela smo s programskim orodjem FeFLOW izdelali statičen hidrogeološki model in dinamičen termični model pilotnega območja, s katerim lahko modeliramo različne scenarije rabe plitve geotermalne energije, vpliv novih uporabnikov plitve geotermalne energije na že obstoječe uporabnike in morebiten negativen vpliv zaradi prevelikega odvzema/vnosa toplote. Na podlagi rezultatov je mogoče podati usmeritve za učinkovitejšo rabo plitve geotermalne energije.

Literatura

Janža, M., Lapanje, A., Šram, D., Rajver, D. & Novak, M. 2017: Research of the geological and geothermal conditions for the assessment of the shallow geothermal potential in the area of Ljubljana, Slovenia. *Geologija*, 60: 309-327, doi: doi.org/10.5474/geologija.2017.022.

Internet 1: GeoPLASMA-CE, spletna stran projekta. <http://www.interreg-central.eu/Content.Node/GeoPLASMA-CE.html> (10. 5. 2018).

3D geološki model nahajališča kremenovega peska v Moravški sinklinali

3D geological model of quartz sand deposit in Moravče syncline

Dejan Šram, Luka Serianz, Jure Atanackov,
Blaž Milanič & Anže Markelj

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

*dejan.sram@geo-zs.si,
luka.serianz@geo-zs.si,
jure.atanackov@geo-zs.si,
blaz.milanic@geo-zs.si,
anze.markelj@geo-zs.si*

3D modeli so postali nepogrešljiv del geoloških raziskav in so odlično orodje pri interpretaciji podatkov. Nudijo nam lažje razumevanje strukture območja, nepogrešljivi pa so tudi pri izračunih zalog (npr. podzemne vode, mineralnih surovin, itd).

Moravska sinklinala se nahaja v osrednji Sloveniji, okoli 20 km severozahodno od Ljubljane. Zapolnjena je s plastmi neogenskih sedimentov, ki so tako kot predneogenska podlaga (predvsem zgornje triasni apnenci in dolomiti) nagubani in prelomljeni. Os sinklinale poteka v smeri vzhod – zahod, širina gube pa se spreminja od 2,5 km v najširšem delu pri Moravčah do 1 km v najožjem delu pri naseljih Hudej in Ples. Predmet raziskave so bili neogeni sedimenti, natančneje peski in peščenjaki.

Za območje nahajališč kremenovega peska okoli 1,5 km vzhodno od Moravč smo izdelali 3D geološki model z namenom vizualnega prikaza območja ter ocene potencialnih zalog kremenovega peska. Model temelji na podlagi arhivskih podatkov, novo izvrtane vrtine in profilov visoko ločljivostne refleksijske seizmike. Za modeliranje smo uporabili programsko opremo ArcMap in JewelSuite. Model se razteza na površini 1,4 km², je nepravilne oblike, na severu in jugu omejen z izklinjanjem peščenih plasti in v smeri vzhod-zahod podrejen obliki sinklinale. Velikost modelirane celice je 5 x 5 m. Modelirane so štiri plasti:

- talnina I. sloja kremenovega peska (ravno dno),
- I. sloj kremenovega peska,
- II. sloj kremenovega peska in
- odkrivka nad kremenovim peskom.

Pri izračunu zalog smo upoštevali minimalno ekonomično razmerje med odkrivo in peskom, ki znaša 2 : 1 ter varnostni kot za odkopavanje peska, ki znaša 35°. Pri izračuni smo se uporabili dve poenostavitvi: 1. površje je ravno ter 2. vpad plasti je na severu in jugu skozi celoten model enakomeren. V prvem koraku smo za celoten model za vsako celico posebej izračunali do kam sega meja razmerja 2 : 1 po vertikalni osi. Tako smo dobili mejo potencialnega območja, kjer je pridobivanje kremenovega peska ekonomično. V drugem koraku pa smo upoštevali kot odkopavanja 35°. Model smo razdelili na severno in južno krilo, ki smo ju obravnavali posebej. Izračunali smo

teoretično mejo odkopa za severno krilo, ki znaša 81 m južno od vertikalne meje 2 : 1, ter za južno krilo, ki znaša 71 m severno od vertikalne meje 2 : 1. Na obeh krilih gube je zaradi relativno velikega števila izvedenih raziskav (vrtine in seizmični profil) podana ocena zalog kremenovega peska iz modelnih izračunov dobra. V centru sinklinale, kjer prihaja do največjih deformacij plasti in je območje najmanj raziskano, pa so modelni izračuni manj zanesljivi.

Analiza maturitetnih vprašanj z geološko vsebino

Analysis of matura questions with geological content

Kaja Šušmelj¹, Rok Brajković² & Petra Žvab Rožič³

¹ Cankarjeva ulica 20, 5000 Nova Gorica, Slovenija;
kajasusmelj@gmail.com

² Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;
rok.brajkovic@geo-zs.si

³ Oddelek za geologijo, Naravoslovnotehniška faulteta, Aškerčeva 12, 1000 Ljubljana, Slovenija;
petra.zvab@ntf.uni-lj.si

V srednji šoli se geološke vsebine pojavljajo pri predmetih Geografija in Biologija (Brajković & Bedjanič, 2018). Ker matura predstavlja zaključek srednješolskega izobraževanja, nas je zanimalo, v kakšnem obsegu in zahtevnosti so geološke vsebine prisotne na maturi. Ovrednotili smo tudi strokovno ustreznost vprašanj in pričakovanih odgovorov.

Analizirali smo maturitetne pole od leta 2008 do leta 2017, za katere veljajo trenutni učni načrti za predmeta Geografija in Biologija. Maturitetna vprašanja ter geološke vsebine in cilje v predmetnem izpitnem katalogu za splošno maturo smo vrednotili po Bloomovi taksonomiji (Marentič-Požarnik & Peklaj, 2002). Stopnje vrednotenja med vprašanji in cilji smo kasneje primerjali. Vprašanja z geološko vsebino smo umestili v šest različnih sklopov, vprašanja in pričakovane odgovore pa smo glede na strokovno ustreznost vrednotili na: I. ustreza, II. delno ustreza in III. ne ustreza.

Največ vprašanj je iz sklopa Osnove geologije. Nanašajo se večinoma na temo geomorfologije, sledijo vsebine iz regionalne geologije, energetike ter ostale, kjer je za razumevanje pomembno osnovno geološko znanje. Druga kategorija po zastopanosti je Petrologija. Vprašanja so povezana pretežno z matično podlago in nastankom tal ter kamninami. Sklop Ekologija in varstvo narave je po zastopanosti znotraj geoloških tematik tretji in zajema vprašanja, ki se dotikajo okoljskih problematik in so geološko naravnana. Sklopi Hidrogeologija, Geologija krasa in Paleontologija se na maturi pojavljajo redko. Sklop Paleontologija vsebuje vprašanja o fosilih, evoluciji in nastanku življenja. Hidrogeološki sklop vsebuje vprašanja v povezavi z vodo in njeno povezavo s kamninsko podlago, v sklopu Geologije krasa pa se vprašanja nanašajo na nastanek in značilnosti kraškega sveta.

Večinoma so zastavljena vprašanja in pričakovani odgovori vsebinsko geološko ustrezni. Pri vprašanjih in pričakovanih odgovorih, ki smo jih ocenili kot delno ustrezne, gre za problematiko različnega poimenovanja določenih pojavov. Neustreznih vprašanj ni postavljenih.

Večina vprašanj doseže prvo taksonomsko stopnjo v kognitivni domeni – poznavanje. Sledi stopnja razumevanje, redkeje pa tudi analiza in sinteza. Stopnjo uporaba doseže malo vprašanj, nobeno vprašanje pa ne doseže stopnje vrednotenja. Nekatera vprašanja ne ustrezajo nobenemu cilju v učnem načrtu. Večina ciljev geoloških vsebin je zastavljenih na višji taksonomski stopnji zahtevnosti, kot so postavljena maturitetna vprašanja, ki te cilje preverjajo.

Raziskava predstavlja prvi pregled zastopanosti geoloških tematik na maturi. Podaja izhodišča za študij trajnosti znanja, ki do sedaj za področje geologije še ni bila narejena, a pri ostalih naravoslovnih disciplinah kaže slabe rezultate (Marentič-Požarnik, 2001).

Literatura

Brajković R. & Bedjanič M. 2018: Geološki cilji in vsebine v osnovni in srednji šoli. Slovensko geološko društvo, Ljubljana: 34 p. (Hrani knjižnica NTF-OG)

Marentič-Požarnik, B. 2001: Zunanje preverjanje, kultura učenja in kakovost (maturitetnega) znanja. *Sodobna pedagogika*, 52/ 3: 54-75.

Marentič-Požarnik, B. & Peklaj, C. 2002: Preverjanje in ocenjevanje za uspešnejši študij. CPI FF, Ljubljana: 146 p.

Turonijsko do srednje coniacijsko zaporedje karbonatnih kamnin jugozahodnega krila Postojnske antiklinale

Turonian to middle Coniacian carbonate succession of south-western limb of Postojna anticline

Aleša Uršič Arko¹, Bojan Otoničar² & Boštjan Rožič¹

¹ Oddelek za geologijo, NTF, Univerza v Ljubljani, Aškerčeva cesta 12, 1000 Ljubljana, Slovenija;
ursic.arco.alesa@gmail.com

² Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, Titov trg 2, 6230 Postojna, Slovenija;
otonicar@zrc-sazu.si

Velik del zgornje krede je bil severni del Jadranske karbonatne platforme (JKP) izrazito topografsko diferenciran. Časovno in prostorsko so se izmenjevala plitva podplimska in periplimska območja s kopnimi predeli ter poglobljenimi lagunami. V obravnavanem času je bilo SV od raziskovanega območja kopno s kraškimi pojavi ter boksitom. Značilni litofaciesi s foraminiferno združbo *Murgella lata*, ki se pojavijo povsod neposredno nad paleokraškim površjem, kažejo na relativno sinhrono transgresijo v srednjem coniaciju. Nasprotno pa imamo JZ od raziskovanega območja plitvomorske sedimente Se-

žanske formacije, ki jo ponekod občasno prekinjajo sedimenti globokih lagun (Komenski in Pliskovski apnenci).

Raziskali smo okoli 190 metrov debel geološki profil, ki leži nad zahodnimi rovi Postojnske jame na območju Polhovice pri Postojni, ob cesti proti Pivki jami. Raziskana zaporedja naj bi tako predstavljala vmesno območje med notranjimi, pogosto nekoliko poglobljenimi, območji severnega sektorja JKP in njenimi SV predeli, ki so bili v obravnavanem času kopni. Zanimala nas je sedimentacijska dinamika ter relativna nihanja morske gladine tega topografsko razgibanega dela JKP v turoniju in delu coniacija.

Generalno gledano predstavlja sedimentno zaporedje spodnjega dela profila - (do okoli 76 metra) od cenomanijsko-turonijskih hemipelagičnih apnencev (niso zajeti v profilu) preko bioturbiranih mikritnih, rudistih in foraminiferno peloidnih apnencev odprtih lagun ter bioturbiranih peloidnih apnencev območji med odprto in zaprto laguno do bioturbiranih periplimskih mikritnih in fenestralnih apnencev ter mikrobni mikritov – postopno plitvenje sedimentacijskih okolij. Do okoli 130 metra se v obdobju dokaj stabilne visoke relativne gladine morja izmenjujejo ponekod bioturbirani peloidni ter foraminiferno peloidni apnenci, ki jih občasno prekinjajo posamezne plasti skeletnih mikritov, redkeje rudistnih apnencev. Tudi v apnencih tega dela profila se ponekod pojavlja fenestralna poroznost, ki kaže na občasno izpostavljenost sedimenta medplimskim pogojem. Do 151 metra sledi zaporedje mestoma bioturbiranih skeletnih mikritov zaprte lagune, ki jih občasno prekinjajo rudistni in peloidni apnenci. V tem delu profila se še občasno pojavljajo fenestralni apnenci, na enem mestu pa tudi apnenci z do 2 cm velikimi onkoliti tipa algalnih žog. Redko so v nekaterih plasteh opazni posamezni drobni črni prodniki. Višek plitvenja predstavlja okoli 1,5 metra debel horizont s paleokraškimi(?) votlinami centimetrskih dimenzij zapolnjenimi z rdečkastim mikritom. Nad omenjenim horizontom prevladujejo do vrha profila foraminiferno peloidni apnenci čedalje bolj odprte lagune, v katerih se postopoma pojavljajo vse bolj raznolike in večje foraminifere združbe *Murgella lata*.

Večino obravnavanega sedimentnega zaporedja se je odložilo v zelo plitvem podplimskem okolju zaprte do odprte lagune in vmesnega območja, v obdobju visoke relativne gladine morja, ki se je vzpostavila po cenomanijsko-turonijski transgresiji. Zgoraj omenjena kopnina se je v svojem največjem obsegu v zgornjem turoniju ali spodnjem coniaciju morda le »dotaknila« raziskovanega območja, preko nje pa so se med srednje coniacijsko transgresijo odložili foraminiferno peloidni apnenci.

Kamen-check: učni pripomoček za določevanje tipičnih slovenskih kamnin

Kamen-check: learning tool for determining typical Slovenian rocks

Nina Valand¹, Dominik Božič¹, Katarina Kadivec¹, Anja Škerjanc², Tadej Abram², Aja Knific Košir², Klemen Babuder³, Sašo Vozlič³, Rok Brajkovič^{1,4}, Helena Gabrijelčič Tomc², Jože Guna³, Žiga Fon⁵ & Petra Žvab Rožič¹

¹ Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, Aškerčeva 12, 1000 Ljubljana, Slovenija; petra.zvab@ntf.uni-lj.si

² Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, grafiko in oblikovanje, Snežniška 5, 1000 Ljubljana, Slovenija; helena.gabrielcic@ntf.uni-lj.si

³ Fakulteta za elektrotehniko, Tržaške ceste 25, 1000 Ljubljana, Slovenija; joze.guna@fe.uni-lj.si

⁴ Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana, Slovenija; rok.brajkovic@geo-zs.si

⁵ Digied, multimedijske in izobraževalne storitve, d.o.o., Smokuč 70, 4274 Žirovnica, Slovenija; ziga@digied.si

Kamen-check je aplikacija, ki je namenjena določanju in poučevanju tipičnih kamnin Slovenije. Aplikacija je bila narejena v okviru študentskega projekta StoneKey, ki je bil izveden v okviru javnega razpisa »Po kreativni poti do znanja 2017-2020« in sofinanciran s strani Javnega štipendijskega razvojnega, invalidskega in preživninskega sklada Republike Slovenije, Ministrstva za izobraževanje, znanost in šport ter Evropske unije iz Evropskega socialnega sklada. V projekt je bilo vključenih 9 študentov različnih študijskih stopenj in smeri, trije pedagoški mentorji in delovni mentor iz podjetja Digied.

Cilj projekta je bilo izdelati aplikacijo, s pomočjo katere lahko po principu določevalnega ključa, določamo najbolj tipične kamnine Slovenije. To orodje je namenjeno učenecem in učiteljem kot učni pripomoček pri poučevanju naravoslovnih vsebin o kamninah v osnovni in srednji šoli, gimnazijah, inštitucijah, ki tovrstne vsebine vključujejo v svoje izobraževalne programe (geoparki, muzeji, krajinski parki) in tudi širši javnosti. Aplikacija je brezplačno dostopna in prilagojena za uporabo na pametnih android telefonih.

Aplikacija Kamen-check obsega tri glavna poglavja. Poglavje »Ključ« pravlja glavni del aplikacije, kjer po principu odgovorov da/ne na preproste trditve pridemo do želenega cilja, imena kamnine. Za pomoč pri odgovorih na vprašanja je izdelana »mala šola geologije«, kjer so predstavljeni osnovni geološki pojmi pomembni za pravilno razumevanje postavljenih vprašanj in uporabo ključa. Tretje poglavje je »Enciklopedija«, kjer so predstavljeni podrobni opisi vseh vključenih kamnin, njihove glavne lastnosti, kje v Sloveniji jih najdemo in ostale zanimivosti. Aplikaciji je dodano tudi poglavje »Geološki komplet«, ki

prikazuje osnovno geološko opremo, ki jo potrebujemo pri opisovanju kamnin v ključu ter poglavje »Navodila«, kjer je podrobno opisan princip uporabe določevalnega ključa. Aplikacija je opremljena s skicami, fotografijami in posnetki, ki pomembno nadgrajujejo oz. dopolnjujejo tekste in so nepogrešljive pri razlagi marsikaterega pojma.

Zasnova aplikacije je bila narejena na podlagi obširnih analiz nacionalnih učnih načrtov in lastnih izkušenj v okviru formalnega in neformalnega izobraževanja. Zato je orodje prvenstveno uporabno kot učni pripomoček pri poučevanju snovi o kamninah. Uporaba je zaradi mobilnosti možna tako v učilnici, kot tudi v naravi in se kot taka lahko vključuje tudi v obšolske dejavnosti. Orodje spodbuja aktivno vključevanje učencev in dijakov v učni proces, pri tem pa se poveča njihovo zanimanje za naravoslovje in preko izkustvenega učenja poviša trajnost podanega znanja.

UNEXMIN – podvodni robot UX-1 za raziskovanje potopljenih rudnikov (Evropski projekt H2020) – trenutno stanje raziskav

UNEXMIN – underwater robot UX-1 for exploration of flooded mines (European project H2020) – current state of research

Timotej Verbovšek^{1,2}

¹ Slovensko geološko društvo, Dimičeva ul. 14,
1000 Ljubljana, Slovenija;
timotej.verbovsek@ntf.uni-lj.si

² UL NTF, Oddelek za geologijo, Aškerčeva c. 12,
1000 Ljubljana, Slovenija

V sklopu evropskega programa Obzorje 2020 (Horizon 2020) je trenutno aktiven projekt z naslovom UNEXMIN (UNderwater EXplorer for flooded MINes). Gre za 45 mesecev trajajoč projekt, ki se je začel 1. 2. 2016 in ga izvaja 13 projektnih partnerjev iz 7 držav. Med projektnimi partnerji so udeleženi tudi partnerji iz Slovenije; Center za upravljanje z dediščino živega srebra iz Idrije in Geološki zavod Slovenije. Slovensko geološko društvo je vključeno kot povezana (angl. *linked third party*) pravna oseba partnerja projekta Evropske zveze geologov (EFG). Vodilni partner je Univerza v Miškolcu iz Madžarske.

Namen projekta je izdelati podvodnega robota UX-1, ki bo sposoben avtonomnega potapljanja v zalite rudniške rove do globine okoli 500 m, kar je bistveno več od globinskega dosega človeškega potapljanja. V Evropi je namreč ocenjeno, da obstaja med 5000 in 30.000 zapuščenih rudnikov oz. premogovnikov, ki so suhi, delno ali v celoti zaliti z vodo. Dostop do teh rudnikov in tudi do zalitih rogov je včasih izredno težaven zaradi nepoznavanja jamskih načrtov, teme, globine, vode, zrušenosti rogov in dotrajnosti podpornih ukrepov.

Ena izmed nalog prve faze projekta je bila izvedba popisa opuščenih in aktivnih rudnikov v 24 evropskih državah, v

katerem je bilo zabeleženih 8174 rudnikov. Med temi prevladujejo kovinski rudniki. Popis je izvedlo 15 nacionalnih organizacij v sklopu EFG, med njimi slovenske podatke Slovensko geološko društvo. Podatki so zajemali predvsem ime rudnika, velikost, tip rudišča, dostop do rudnika, nivo vode, lastništvo, koordinate, status aktivnosti, datum zaprtja ipd. Pri nas je bilo tako popisanih 96 rudnikov z znanimi koordinatami in vsaj nekaj osnovnimi podatki, ocenjujemo pa, da je nepopisanih rudnikov verjetno še dvakrat toliko. Geopodatkovna baza rudnikov je od začetka maja 2018 dostopna na spletu (www.unexmin.eu/the-european-inventory-of-flooded-mines-is-now-online/). Ta baza bo služila tudi kot potencialen seznam rudnikov, ki bi jih bilo možno raziskati z UX-1 robotom. Tehnologija, razvita v okviru projekta, bi tako lahko povečala možnosti, da evropske države ponovno evalvirajo svoje trenutno nedostopne rudnike glede na njihov potencial za ponovno izkoriščanje.

Načrtovani robot bo sferične oblike, da se bo lahko čim bolj neovirano premikal po potopljenih rudniških rovih. Predvidena velikost je 0,6 m premera in cca 112 kg teže, baterije pa naj bi zadoščale za 5 ur delovanja. Senzorji bodo zajemali optične senzorje, merilec naravnega gama sevanja, ionsko-selektivne senzorje, merilce pH, elektroprevodnosti in tlaka, podpovršinski sonar, vzorčevalnik vode in multispektralno kamero (UV, RGB, NIR; 14 valovnih dolžin med 400 in 850 nm). Dejanski nabor senzorjev bo določen po testiranih prototipih. Prototip bodo preizkusili na štirih testnih lokacijah, najprej junija 2018 v rudniku Kaatiala na Finskem, nato septembra 2018 v rudniku živega srebra v Idriji ter v začetku 2019 v Urgeiriči na Portugalskem in v sredini 2019 v Ectonu v Združenem kraljestvu. Junija 2017 je potekalo testiranje senzorjev v odprtem zalitem kopu Rudabánya na Madžarskem (35 m globok, opuščen 1986) in v plavalnem bazenu, uspešno so testirali multispektralno kamero, magnetne senzorje, sonar, merilca elektroprevodnosti in pH ter merilec gama sevanja.

Zaenkrat izdelava robota torej poteka po načrtu in robot je preстал zahtevane teste. V kratkem bo izveden prvi potop v rudnik na Finskem, septembra pa z zanimanjem pričakujemo potopitev v rudnik Idrija. Več informacij je na spletni strani projekta: <http://www.unexmin.eu>

Projekt UNEXMIN je financiran s strani EU programa Obzorje 2020 (pogodba o sofinanciranju št. 690008).

Harvesting system for European geological data

Sistem zbiranja evropskih geoloških podatkov

Andrej Vihtelič, Jasna Šinigoj

Geological Survey of Slovenia, Dimičeva ul. 14,
1000 Ljubljana, Slovenia;
andrej.vihtelic@geo-zs.si,
jasna.sinigoj@geo-zs.si

Data harvesting is a process to automatically extract large amounts of data from websites. Data harvesting must be distinguished with data mining, which is a process of discovering patterns in large data sets. Usually each country has its own specific way to describe geospatial environmental data. So you have to involve the Infrastructure for Spatial information in Europe (INSPIRE) EU initiative to solve this problem. INSPIRE defines a common standards to describe and share the spatial data across borders, requires that data have to be compatible across borders and that web services are used for data distribution. Web Feature Service (WFS) provides standard interface, allowing requests for geographical features across the web by using platform-independent calls. Geological Survey of Slovenia (GeoZS) implemented a harvesting system to collect and validate INSPIRE compliant spatial European geological data distributed through WFS 2.0 standard services.

GeoZS uses this harvesting system in many European projects: «Minerals Intelligence Network for Europe» (Minerals4EU), «Development of a sustainable exploitation scheme for Europe's Rare Earth ore deposits» (EURARE), «Prospecting Secondary raw materials in the Urban mine and Mining wastes» (ProSUM), «Optimizing quality of information in Raw Material data collection across Europe» (ORAMA), «EuroGeoSurveys' European Geological Data Infrastructure» (EGDI), «Discover Europe's seabed geology» (EMODnet), «An Expert Network on Critical Raw Materials» (SCREEN) and soon we will use it in «Filling Gap in Pan-European Minerals Intelligence Network» (RESERVE) and in «Mineral Intelligence for Europe - GeoERA» (MINTEL4EU) projects.

National providers distribute their INSPIRE compliant data about mineral resources (including rare and secondary mineral resources), geological maps and borehole information from many database tables through WFS 2.0 services. The GeoZS harvesting system retrieves these data from all providers and in the next steps performs data transformation, data validation and finally storing validated data in the central database. The system is implemented in Java with the use of parallel computing features and the whole solution is supported by open source software.

The aim of all these projects and work is to establish, improve and extend the European Geological data infrastructure and to provide access to Pan-European and national geological datasets and services from the Geological Survey Organizations of Europe.

Temporal and spatial distribution of water stable isotopes in precipitation over Slovenia and Hungary

Časovna in prostorska porazdelitev izotopske sestave padavin v Sloveniji in na Madžarskem

Polona Vreča¹, Tjaša Kanduč¹, David Kocman¹,
Sonja Lojen¹, Marko Štrok¹, György Czuppon²,
István Fórizs², István Gábor Hatvani², Tamás Mona²,
Emese Bottyan³, László Palcsu⁴, Marianna Túri⁴,
Balázs Kohán⁵, Zoran Kováč⁶, Heike Brielmann⁷ &
Zoltán Kern²

¹ Department of Environmental Sciences, Jožef Stefan Institute, Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana, Slovenia;
polona.vreca@ijs.si,
tjasa.kanduc@ijs.si,
david.kocman@ijs.si,
sonja.lojen@ijs.si,
marko.strok@ijs.si

² Institute for Geological and Geochemical Research, Research Centre for Astronomy and Earth Sciences, Hungarian Academy of Sciences, Budaörsi út 45, 1112 Budapest, Hungary;
czuppon@geochem.hu,
forizs.istvan@csfk.mta.hu,
hatvaniig@gmail.com,
emfelloz@gmail.com,
zoltan.kern@gmail.com

³ Dept. of Meteorology, Eötvös University, Pázmány stny 1/c, 1117 Budapest, Hungary;
emese.bottyan@gmail.com

⁴ Isotope Climatology and Environmental Research Centre (ICER), MTA ATOMKI, Bem tér 18/c, 4026 Debrecen, Hungary;
palcsu.laszlo@atomki.mta.hu,
turi.marianna@atomki.mta.hu

⁵ Dept. of Environmental and Landscape Geography, Eötvös University, Pázmány stny 1/c, 1117 Budapest, Hungary;
balazs.kohan@gmail.com

⁶ Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering, University of Zagreb, Pierotti str. 6, 10000 Zagreb, Croatia;
zoran.kovac@rgn.hr

⁷ Dept. of Groundwater, Environment Agency Austria, Spittelauer Laende 5, 1090 Vienna, Austria;
heike.brielmann@umweltbundesamt.at

Spatiotemporal patterns of isotopes in precipitation ($\delta^2\text{H}$, $\delta^{18}\text{O}$, ^3H) are being observed since the 1950s and represent important knowledge in hydrological and hydrogeological research, climate, paleoclimate and ecological research, as well as in determining the geographical origin of food. The application of isotopes of the water molecule in research activities is steadily increasing worldwide. Precipitation isotope mapping has been widely implemented during the last decades, and isoscapes were calculated based on data from the Global Network of Isotopes in Precipitation and different regional databases.

In Slovenia, research on isotopic composition of precipitation is being performed for more than 40 years now, and observations have been carried out at more than 30

locations (Vreča & Malenšek, 2016). The first initiative for organized collection of isotope data in Slovenia in the SLONIP (SLOvenian Network of Isotopes in Precipitation) was initiated in 2006 and was presented at the 2nd Slovenian Geological Congress. In 2006 systematic monitoring of isotopic composition of precipitation was carried out only at 2 locations, and later the number of locations gradually increased (Vreča & Malenšek, 2016).

In Hungary, the systematic collection of precipitation for stable isotope measurements started in 2001 at Debrecen (Vodila et al., 2011). A network with 5 stations aiming to cover the whole country started in 2012 (Botyán et al., 2017) and increased lately to 11 stations.

In 2016 a common Hungarian-Slovenian cooperation project "Spatial distribution of water isotopes in precipitation in Europe with special focus on the transect from the Adriatic Coast to the Pannonian Plain" has started. An important objective of the project is the geostatistical treatment of isotope data via GIS-supported spatial modelling tools and to evaluate the distribution patterns of isotopes in precipitation.

We present spatiotemporal distribution of water stable isotopes in precipitation across the Adriatic Coast-Pannonian Plain transect based on the isotope data collected since 2016, at 8 locations in Slovenia, 5 to 7 in Hungary and 1 in Croatia. In addition, available data from Austrian isotope database were considered (Internet 1) in order to improve the spatiotemporal density of the data set. With the help of all collected data, we prepared regional isoscapes of the isotopic composition of precipitation across the region.

Acknowledgement: Investigations are funded by ARRS (projects N1-0054, J4-8216, P1-0143), NKFIH (projects SNN118205, PD 121387), János Bolyai Research Scholarship and the EU Horizon 2020 project MASSTWIN (grant agreement No. 692241).

References

- Internet 1: http://www.umweltbundesamt.at/en/en_services/services_networks/en_anip - Austrian Network of Isotopes in Precipitation and Surface Waters (ANIP).
- Botyán, E., Czuppon, G., Weidinger, T., Haszpra, L. & Kármán, K. 2017: Moisture source diagnostics and isotope characteristics for precipitation in east Hungary: implications for their relationship. *Hydrological Sciences Journal* 62: 2049-2060.
- Vodila, G., Palcsu, L., Futó, I. & Szántó, Zs. 2011: A 9-year record of stable isotope ratios of precipitation in Eastern Hungary: Implications on isotope hydrology and regional palaeoclimatology. *Journal of Hydrology* 400: 144-153.
- Vreča, P. & Malenšek, N. 2016: Slovenian Network of Isotopes in Precipitation (SLONIP) – a review of activities in the period 1981-2015. *Geologija*, 59: 67-83.

Using GPR for defining groundwater vulnerability due to the impact of agricultural activity

Uporaba georadarja za ugotavljanje ranljivosti podzemne vode zaradi vplivov kmetijske dejavnosti

Marjana Zajc & Janko Urbanc

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, 1000 Ljubljana, Slovenija;

marjana.zajc@geo-zs.si,

janko.urbanc@geo-zs.si

The quality of groundwater is vital not only for maintaining drinking water supplies, but also in industry and agriculture. As groundwater represents the largest reserve of drinking water, careful and sustainable management of this vulnerable resource is of utmost importance (Astis, 2004).

Agriculture is a major source of groundwater pollution in Slovenia (MOP, 2016), therefore groundwater vulnerability assessment is important for a sustainable food production. Amongst others, two main parameters used for this assessment are the thickness of the top soil and the depth to the groundwater table (Ravbar, 2007). Both are determined either with different devices (piezometers, wells, boreholes) or by excavations, which only give information at specific points in the field. Due to the heterogeneity of hydrogeological conditions in the environment, especially in karst areas (Ravbar, 2007), they do not fully represent the real situation. Consequently, the vulnerability can be either over- or underestimated. By using the ground penetrating radar (GPR) method, we can investigate the subsurface in a non-invasive way and track the soil thickness as well as the water table depth in a continuous way across the field (Allred, 2008; Kirsch, 2009). We can also detect fractures, karst features and other discontinuities within rocks that contribute to the groundwater dynamics. By conducting a comprehensive study of selected agricultural areas in Western Slovenia we can therefore contribute to a more precise assessment of groundwater vulnerability and a more sustainable food production.

The project was selected for funding by the Ministry of Education, Science and Sport within the public call for the Promotion of researchers at the beginning of their career 2.0. The project is a collaboration between the Geological Survey of Slovenia and the Vitrum Laser company.

References

- Allred, B.J., Daniels, J.J. & Ehsani, M.R. (eds.) 2008: Handbook of agricultural geophysics. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida: 410 p.
- Astis. 2004: Podzemne vode čezmejnih vodonosnikov. Soča/Isonzo. Univerza v Novi Gorici. Internet: http://astis.ung.si/sites/default/files/astis/astis_slo.pdf (18.5.2018)
- Kirsch, R. (ed.). 2009: Groundwater Geophysics: A tool for Hydrogeology. 2nd edition. Springer-Verlag Publication, Berlin, Heidelberg: 493 p.
- Ministrstvo za okolje in prostor Republike Slovenije. 2016: Načrt upravljanja voda na vodnem območju Donave za obd-

obje 2016–2021. Ljubljana: 287 p.

Ravbar, N. 2007: Vulnerability and risk mapping for the protection of karst waters in Slovenia. Application of the catchment of the Podstenjšek springs. Doktorska disertacija, Univerza v Novi Gorici. Nova Gorica: 243 p.

Projekt KamPlaz: Osveščanje prebivalcev občine Kamnik o pojavih plazjenja – projekt Po kreativni poti (PKP)

Project KamPlaz: Raising awareness of landslides among the residents of the municipality of Kamnik

Lan Zupančič^{1,5}, Galena Jordanova⁵, Ana Grkman⁵, Lucija Slapnik⁵, Kevin Žagar⁵, Klavdija Prašnikar⁵, Aljana Vidmar⁴, Ana Kandare⁴, Matjaž Srša², Martin Vrabec³, Nace Pušnik⁴, Marko Vrabec⁵ & Timotej Verbovšek⁵

¹ Na griču 4, 1000 Ljubljana, Slovenija;
lan.zupancic@gmail.com

² Občina Kamnik – Občinski štab Civilne zaštite občine Kamnik;
civilna.zascita@kamnik.si

³ SPRING: svetovanje, projektiranje, raziskave in nadzor v gradbeništvu, Martin Vrabec s.p. Gorjančeva ulica 20, 1000 Ljubljana, Slovenija

⁴ Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, grafiko in oblikovanje, Snežniška ulica 5, 1000 Ljubljana, Slovenija;
nace.pusnik@ntf.uni-lj.si

⁵ Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, Aškerčeva 12, 1000 Ljubljana, Slovenija;
marko.vrabec@ntf.uni-lj.si,
timotej.verbovsek@ntf.uni-lj.si

V 25 letih je bilo na Upravi RS za zaščito in reševanje za beleženih preko 10.000 plazov, ki so povzročili materialno škodo na infrastrukturi in objektih. Pojavi plazjenja so posledica kombinacije pestre geološke sestave in razgibanega reliefa, človekovi posegi v okolje pa stabilnost pobočij še dodatno oslabijo.

Za eno bolj ogroženih občin v Sloveniji velja tudi občina Kamnik, kjer so tovrstni pobočni masni procesi naredili že precej škode. Ker so pobočni procesi stalnica in jih je pričakovati tudi v prihodnosti, je pomembno zgodnje znake plazjenja prepoznati in pravočasno ter preventivno ukrepati. Z zgodnjim ukrepanjem se poleg zmanjšanja stroškov sanacij izboljša tudi kakovost in varnost življenja na ogroženih območjih.

V sodelovanju med Naravoslovnotehniško fakulteto Univerze v Ljubljani, Občino Kamnik in podjetjem Spring Martin Vrabec s.p. trenutno poteka projekt z naslovom *Osveščanje prebivalcev občine Kamnik o pojavih plazjenja* (KamPlaz). Projekt se je začel 1. 3. in traja do 1. 7. 2018, sofinancirata ga Republika Slovenija in Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada. Kot cilj smo si zastavili splošno informiranje prebivalcev občine Kamnik o po-

javih plazjenja na tem območju in navodila, kako ravnati v primeru plazov ob samem dogodku. Natančneje so cilji zastavljeni v naslednjih korakih: pregled obstoječih plazov v občini in grafična vizualizacija v GIS okolju, predstavitev teorije o plazovih (prepoznavanje različnih tipov plazjenja), 3D vizualizacija in izdelava fotogrametričnega modela plazov s pomočjo brezpilotnega letalnika (drona), izdelava brošure z navodili prebivalcem o postopkih ukrepanja v primeru plazjenja ter izdelava spletne strani, ki bo vključevala več informacij kot brošura (karte, navodila, literaturo...).

Trenutno je projekt v fazi pregledane literature in pregleda različnih primerov osveščanj v drugih državah, poleg ogledov že saniranih plazov kot primerov dobre prakse smo naredili tudi 3D model aktivnega plazov v Tunjicah, Na ta način smo pridobili podatke o geomorfoloških oblikah, znakih in obsežnosti plazov, poleg tega pa je vizualizacija v 3D okolju bistvenega pomena za lažjo predstavo in razumevanje izgleda plazov.

Več informacij je dostopnih na strani projekta: <https://sites.google.com/view/kamplaz>

- Abram, Tadej 133
Adam, Dietmar 24
Adrinek, Simona 100
Ajjabou, Leila 120
Alawi, Mashal 100
Alijagić, Jasminka 24
Allington, Ruth E. 18
Anselmetti, Flavio S. 63
Aščić, Šimun 124
Atanackov, Jure 25, 26, 36, 101, 131
Auer, Matthias 35
Auersperger, Primož 33, 55
Babuder, Klemen 133
Bakašun, Marko 45
Bălan, Lidia-Lenua 77
Balderer, Werner 25
Banak, Adriano 123
Baniček, Ivona 72, 80
Banovec, Primož 30
Barbosa, Sofia 120
Barra, Anna 50
Bavdek, Jernej 83
Bavec, Miloš 25, 26, 36, 63
Bavec, Špela 26
Bedjanič, Mojca 27, 129
Benac, Čedomir 37
Benighaus, Ludger 105
Bergant, Stanislav 124
Bermanec, Vladimir 46
Biester, Harald 26, 28
Blatnik, Matej 112
Bobovečki, Ivana 77
Bohanek, Vječislav 28
Boljat, Ivana 72, 80
Borec Merlak, Janja 111
Börger, Maria 100
Borojević Šoštarić, Sibila 28
Bosák, Pavel 89
Bottlik, František 60
Bottyán, Emese 135
Božič, Darian 52
Božič, Dominik 29, 133
Bračić Železnik, Branka 30, 107
Brajković, Rok 30, 64, 96, 132, 133
Brenčič, Mihael 81, 100, 114, 119, 127
Briemann, Heike 135
Brkić, Željka 61
Brunović, Dea 31, 45
Burger, Ana 32
Cecić, Ina 33, 94
Celarc, Bogomir 33, 40, 51, 101, 108, 117
Cerar, Sonja 34
Chiganov, Iliya 103
Christodoulou, Dimitris 45
Cifer, Tim 35
Cilenšek, Ajda 30
Cline, Michael 25, 26, 36
Cline, Michael Logan 25, 26, 36
Colomina, Ismael 107
Consoli, Angelo 107
Correia, Vitor 19
Crosetto, Michele 107
Cvetko Tešović, Blanka 36, 62, 113
Czuppon, György 135
Čarman, Martina 94, 101
Čenčur Curk, Barbara 30, 107
Čeru, Teja 37
Čretnik, Janko 92
Čurić, Matej 45
Ćosović, Vlasta 39, 102, 113
Debeljak, Irena 38
del Río, Virginia 105
DeWith, Govert 120
Divković-Golić, Evica 38
Djurić, Bojan 66
Dobravc, Mina 129
Dolenec, Matej 29, 37
Draksler, Matej 79, 102
Drobne, Katica 39, 102
Ducman, Vilma 56
Đumbir, Ana-Maria 61
Erdélyi, Dániel 110
Erjavec, Nina 43
Fajčíková, Katarína 60
Fanetti, Mattia 83
Feinhals, Jörg 120
Fiebig, Markus 64
Fifer Bizjak, Karmen 103
Filimonova, Elena 103
Fon, Žiga 133
Fórizs, István 110, 135
Fornaciari, Beatrice 39
Fuček, Ladislav 113
Fux, Julija 104
Gaberšek, Martin 40, 85
Gabrijelčič Tomc, Helena 133
Gabrovšek, Franci 122
Gál, Nóra 77
Gale, Luka 40, 41, 63, 80, 118, 128
Gašparič, Rok 41
Gawlick, Hans-Jürgen 35
Gaydardzhiev, Stoyan 120
Geraga, Maria 45
Gerčar, David 80, 104
Geršak, Andraž 103
Glavaš, Spasoje 38
Glígora Uvodić, Marija 61
Golčman Ribič, Simona 42
Golež, Mateja 51
Gómez, Javier 105
Goričan, Špela 35, 43
Gorjup Kavčič, Mojca 43
Gosar, Andrej 37, 101, 106
Gosar, Mateja 26, 40, 44, 85
Gračanin, Nik 128
Grassa, Fausto 52
Greene, Randall Morgan 69
Grkman, Ana 96, 137
Groó-Nagy, Patricia 64
Guna, Jože 133
Haase, Björn 56
Hafner, Polona 125
Hartmann, Gerald 27
Hasan, Ozren 31, 45, 47
Hatvani, István Gábor 110, 135
Häuselmann, Philipp 64
Herlec, Uroš 51
Hočevár, Manca 40
Hočevár, Matevž 116
Homovec, Liliana 43
Horvat, Aleksander 43, 46
Hribernik, Katarina 106
Iacobescu, Remus 56
Ibrahimpašić, Haris 39
Ilijanić, Nikolina 31, 45, 47
Ivančič, Kristina 48
Jamnik, Brigita 34, 107
Jamnikar, Sergej 52
Jamšek Rupnik, Petra 25, 26, 36, 63, 101
Janža, Mitja 107, 114, 130
Jelen, Alenka 49

- Jemec Auflič, Mateja 50, 51, 73, 107, 130
 Jeršek, Barbara 51
 Jeršek, Miha 51
 Jesenko, Tamara 94
 Jež, Jernej 33, 48, 51, 70, 73, 77, 101, 108, 113
 Jolović, Boban 38, 77
 Jordanova, Galena 137
 Junež, Peter 30, 49, 58, 69, 77, 84, 126
 Jurkovšek, Bogdan 108, 109, 112
 Kaczka, Ryszard J. 121
 Kadivec, Katarina 133
 Kämpf, Horst 100
 Kandare, Ana 137
 Kanduč, Tjaša 52, 109, 110, 135
 Kauppi, Sari 105
 Kerčmar, Jernej 53
 Kern, Zoltán 110, 135
 Klančnik, Anja 51
 Klasinc, Matjaž 49, 73, 111
 Klein, Markus 53
 Knez, Martin 37, 86
 Knific Košir, Aja 133
 Kocman, David 109, 135
 Kočevár, Marko 75, 87
 Kogovšek, Blaž 112
 Kohán, Balázs 110, 135
 Kokalj, Mateja 51
 Kolar, Tena 31
 Kolar-Jurkovšek, Tea 54, 109, 112
 Komac, Marko 105, 120
 Komar, Darja 27
 Kontić, Davor 109
 Korat, Lidija 56
 Korbar, Tvrtko 55, 113
 Koren, Katja 49, 114, 130
 Koroša, Anja 55, 114
 Kos, Andrej 115
 Košir, Adrijan 33, 43, 62
 Kotilainen, Juha 105
 Kovač, Minka 51
 Kovač, Zoran 135
 Krajcar Bronić, Ines 110
 Kralj, Polona 63
 Kramar, Sabina 56
 Krauze, Patryk 100
 Kriskova, Lubica 56
 Krivic, Matija 58, 83, 117, 130
 Križnar, Matija 57, 115, 118
 Kukar, Nataša 116
 Kukoč, Duje 43
 Kulaš, Antonija 61
 Kumelj, Špela 48, 73, 117, 130
 Kunst, Lara 80
 Kurečić, Tomislav 134
 Lapanje, Andrej 20, 104, 117, 119, 126, 130
 Larva, Ozren 61
 Lenart, Marjan 62
 Lenart, Stanislav 103
 Leuenberger, Fanny 25
 Levičnik, Lidija 60, 72
 Ločniškar, Andrej 90
 Lojen, Sonja 59, 135
 Lowick, Sally 36
 Lucca, Sara 107
 Lukač Reberski, Jasmina 72, 80
 Lukežič, Tanja 129
 Lužar Oberiter, Borna 123
 Maček, Matej 58, 82
 Malenšek, Neža 30, 59
 Mali, Nina 55, 60, 72, 114
 Marcin, Daniel 60
 Marinšek, Miha 118
 Markelj, Anže 51, 73, 101, 131
 Markič, Miloš 20
 Marković, Radmila 120
 Marković, Tamara 61, 77
 Martini, Rossana 40
 Martin-Perez, Andrea 62
 Martinuš, Maja 36, 62
 Matoš, Bojan 123
 Matoz, Tomislav 69, 84
 Mauko Pranjić, Alenka 92
 Mayaud, Cyril 112
 McIntosh, Jennifer 52
 Medunić, Gordana 59
 Meglič, Petra 34, 72, 107, 119
 Mencin Gale, Eva 63
 Meštrović, Ivor 45
 Mezga, Kim 64, 92
 Michalko, Juraj 60
 Mihelič, Rok 115
 Mihevc, Andrej 64, 89
 Mihevc, Nejc 87
 Miklavčič, Tadeja 83
 Miko, Slobodan 31, 45, 47
 Mikuž, Vasja 46
 Milanič, Blaž 48, 51, 58, 73, 101, 108, 131
 Milenić, Dejan 77
 Miler, Miloš 40, 65, 85, 120, 125
 Miletic, Snježana 66, 78, 120
 Mladenović, Ana 66
 Mlakar Willewaldt, Manca 67
 Modrej, Danijela 27
 Moisiu, Lavdie 68
 Mona, Tamás 135
 Monserrat, Oriol 50
 Moro, Alan 46
 Mozetič, Simon 33, 69
 Mulec, Janez 112
 Naglič, Iztok 86
 Newson, Juliet 69
 Novak, Andrej 121
 Novak, Matevž 30, 49, 51, 83, 101, 121, 130
 Novaković, Tea 123
 November, Jeroen 70
 Očepček, Ivan 115
 Oprčkal, Primož 80
 Otoničar, Bojan 62, 70, 108, 132
 Oven, Irena Anica 71
 Pahor, Jurij 94
 Palcsu, László 110, 126, 135
 Panias, Dimitrios 120
 Papatheodorou, George 45
 Papazzoni, Cesare A. 39
 Patekar, Matko 72, 80
 Pavlič, Urška 123
 Peh, Zoran 31
 Pepelnik, Timotej 60, 72
 Pestotnik, Simona 20, 34, 77
 Peternel, Tina 51, 73, 117, 130
 Petkovšek, Ana 58, 82
 Petrič, Metka 112
 Petrinjak, Krešimir 124
 Petronio, Lorenzo 25
 Peybernes, Camille 40
 Pezdir, Valentina 74
 Pignatti, Johannes 39
 Placer, Ladislav 74
 Pogačnik, Željko 115, 125

- Poglajen, Sašo 86
 Pontikes, Yiannis 56
 Popit, Tomislav 43, 80, 88 96
 Popović, Zdenka 75
 Porowski, Adam 76
 Praprotnik Kastelic, Jerca 30
 Prašnikar, Klavdija 137
 Prestor, Joerg 34, 72, 77
 Prkić Požar, Nina 83
 Pruner, Petr 89
 Prus, Tomaž 125
 Pučko, Emil 126
 Pugliese, Nevio 39
 Pušnik, Nace 137
 Quittmeyer, Richard 25, 26, 36
 Radusinović, Slobodan 76
 Raedschelders, Sigrid 70
 Rajver, Dušan 49, 77
 Ravbar, Nataša 112
 Razum, Ivan 47
 Realini, Eugenio 107
 Requejo, Juan 105
 Resnik Planinc, Tatjana 67
 Rifl, Matic 128
 Rittenour, Tammy 36
 Rižnar, Igor 25, 26, 36
 Rman, Nina 20, 30, 77, 81, 91, 100, 119, 126, 127
 Robinson, Johanna Amalia 109
 Roffey, Samantha 120
 Rokavec, Duška 32, 78, 79, 90, 92, 102
 Rošer, Janez 50, 92
 Rotár-Szalkai, Ágnes 77
 Rozman, Ivan 46
 Rožič, Boštjan 80, 96, 132
 Samardžić, Natalija 77
 Samardžija, Zoran 52
 Selak, Ana 72, 80
 Senegačnik, Andreja 32
 Serianz, Luka 72, 73, 81, 111, 127, 131
 Sever, Maja 43
 Simić, Barbara 128
 Skaberne, Dragomir 63
 Skopljak, Ferid 77
 Slabe, Tadej 86
 Sladović, Željka 47
 Slapnik, Lucija 137
 Smolar, Jasna 58, 82
 Snoj Tratnik, Janja 109
 Solomon, Kip 52
 Sotelšek, Tim 128
 Souvent, Petra 123
 Sremac, Jasenka 46
 Srša, Matjaž 137
 Stafilov, Trajče 82
 Stermecki, Lenka 27
 Stupar, Martina 129
 Székely, Balázs 74
 Szócs, Teodóra 77, 126
 Šajn, Robert 24, 44, 82
 Šegina, Ela 37
 Šimon, Jakob 116
 Šinigoj, Jasna 83, 128, 130, 135
 Škedelj Petrič, Andreja 129
 Škerjanc, Anja 133
 Šket-Motnikar, Barbara 101
 Šlejkovec, Zdenka 52
 Šmuc, Andrej 46, 48, 63, 86, 121
 Šolaja, Dragana 45, 77
 Šolar, Slavko V. 21
 Šolc, Urška 49, 79, 102
 Šoster, Aleš 29
 Šparica Miko, Martina 31, 61
 Šram, Dejan 20, 33, 49, 73, 84, 104, 111, 114, 130, 131
 Štrok, Marko 29, 110, 135
 Šubic, Tadeja 129
 Šušmelj, Kaja 132
 Švara, Astrid 80
 Tehovnik, Helena 129
 Teran, Klemen 58, 83, 84
 Teršič, Tamara 85
 Terzić, Josip 72, 80
 Toholj, Nenad 77
 Toplak, Nataša 51
 Torkar, Anja 30
 Torreggiani, Armida 64
 Trajanova, Mirka 63, 86
 Trobec, Ana 86
 Trutin, Mladen 39
 Tscharf, Alexander 120
 Tukić, Marko 32
 Túri, Marianna 135
 Turk, Janez 92
 Turnšek, Dragica 80
 Udovč, Jan 60, 80
 Urbanc, Janko 104, 119, 136
 Uršič Arko, Aleša 132
 Valand, Nina 133
 Van Ham, Rita 70
 Vegan, Janez 130
 Verbovšek, Timotej 52, 87, 96, 97, 134, 137
 Vidmar, Aljana 137
 Vihtelič, Andrej 135
 Vijdea, Anca-Marina 77
 Vižintin, Goran 125
 Vlahović, Igor 36, 62
 Vodopivec, Nataša 71
 Vodušek, Jan 88
 Voropaev, Andrej 100
 Vozlič, Sašo 133
 Vrabec, Marko 33, 52, 74, 86, 87, 88, 89, 92, 137
 Vrabec, Martin 137
 Vrabec, Mirijam 52, 66, 92
 Vranjes, Ana 77
 Vrankar, Leopold 90
 Vreča, Polona 52, 110, 135
 Vukadin, Vladimir 42, 90
 Wacha, Lara 123
 Wagner, Dirk 100
 Westrin, Pontus 54
 Zajc, Marjana 91, 125, 136
 Zajc Benda, Tina 79, 92, 102
 Zakrajšek, Marko 83, 130
 Zalar Serjun, Vesna 92
 Zarnik, Blaž 51, 109
 Završnik, Lina 56
 Zega, Mojca 129
 Zupan, Marko 125
 Zupan Hajna, Nadja 89, 93
 Zupančič, Lan 137
 Zupančič, Nina 59
 Zupančič, Polona 101
 Zvonar, Sandra 27
 Žagar, Kevin 137
 Žibret, Gorazd 83, 93
 Žibret, Lea 43
 Živčič, Mladen 26, 94, 101
 Živec, Tina 95, 104
 Žvab Rožič, Petra 30, 67, 96, 132, 133

Portal eGeologija

Za digitalizacijo in javno dostopne geološke podatke

Portal eGeologija omogoča odprt dostop do obsežnega nabora kakovostnih geoloških podatkov v skladu s sprejetimi standardi za prostorske podatke (INSPIRE). Uporabniki imajo v obliki sodobnih e-storitev omogočen dostop do neinterpretiranih in interpretiranih geoloških podatkov prek enotne vstopne točke na svetovnem medmrežju. Na portalu eGeologija je trenutno 150 podatkovnih virov, storitev in kart. Uporabniki lahko iskane podatke prenesejo v svoje okolje za nadaljnjo uporabo. Portal eGeologija zagotavlja vpogled v poenotene metapodatkovne opise, vpogled prek spletnega pregledovalnika in pridobitev prostorskih podatkov na podlagi spletne kartografske storitve, spletne objektne storitve in ZIP- ali PDF-datotek.



<http://egeologija.si>



Se vidimo čez štiri leta.

SREČNO!

See you in four years.

SREČNO!

(Good luck!)

DO 5 MILIJARD LET Z DRUŽBO 5.0



5.000.000.000 _ 5.0

5. SLOVENSKI GEOLOŠKI KONGRES

Do 5 milijard let z družbo 5.0

Velenje, 3. – 5. 10. 2018